



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

Programa de Pós-Graduação Multiunidades em Ensino de Ciências e Matemática

Instituto de Física Gleb Wataghin

ELAINE SILVA ROCHA SOBREIRA

TECNOLOGIAS DIGITAIS NO ENSINO DE CIÊNCIAS PARA CRIANÇAS:
AUTORIA E INTERAÇÕES EM UMA PROPOSTA EDUCATIVA
EXPLORANDO O TEMA ENERGIA

DIGITAL TECHNOLOGIES IN TEACHING SCIENCE FOR CHILDREN:
AUTHORSHIP AND INTERACTIONS IN AN EDUCATIONAL PROPOSAL
EXPLORING THE TOPIC OF ENERGY

CAMPINAS

2017

ELAINE SILVA ROCHA SOBREIRA

TECNOLOGIAS DIGITAIS NO ENSINO DE CIÊNCIAS PARA CRIANÇAS:
AUTORIA E INTERAÇÕES EM UMA PROPOSTA EDUCATIVA
EXPLORANDO O TEMA ENERGIA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Multiunidades em Ensino de Ciências e Matemática – PECIM, da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Mestra em Ensino de Ciências e Matemática, na Área de concentração em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientadora: Prof^a Dr^a Alessandra A. Viveiro
Coorientador: Prof. Dr. João Vilhete Viegas d'Abreu

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO
FINAL DA DISSERTAÇÃO DEFENDIDA PELA ALUNA
ELAINE SILVA ROCHA SOBREIRA E ORIENTADA
PELA PROFESSORA DR^a ALESSANDRA
APARECIDA VIVEIRO

CAMPINAS

2017

Agência(s) de fomento e nº(s) de processo(s): Não se aplica.

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9388-9344>

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca do Instituto de Física Gleb Wataghin
Lucimeire de Oliveira Silva da Rocha - CRB 8/9174

So12t Sobreira, Elaine Silva Rocha, 1978-
Tecnologias digitais no ensino de ciências para crianças : autoria e interações em uma proposta educativa explorando o tema energia / Elaine Silva Rocha Sobreira. – Campinas, SP : [s.n.], 2017.

Orientador: Alessandra Aparecida Viveiro.

Coorientador: João Vilhete Viegas d'Abreu.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Física Gleb Wataghin.

1. Ensino de Ciências. 2. Jogos digitais. 3. Ensino fundamental. 4. Energia. I. Viveiro, Alessandra Aparecida, 1980-. II. D'Abreu, João Vilhete Viegas, 1954-. III. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Física Gleb Wataghin. IV. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: Digital technologies in teaching science for children : authorship and interactions in an educational proposal exploring the topic of energy

Palavras-chave em inglês:

Science teaching

Digital games

Elementary school

Energy

Área de concentração: Ensino de Ciências e Matemática

Titulação: Mestra em Ensino de Ciências e Matemática

Banca examinadora:

Alessandra Aparecida Viveiro [Orientador]

Jorge Megid Neto

Leo Burd

Data de defesa: 27-06-2017

Programa de Pós-Graduação: Multiunidades em Ensino de Ciências e Matemática

ELAINE SILVA ROCHA SOBREIRA

TECNOLOGIAS DIGITAIS NO ENSINO DE CIÊNCIAS PARA CRIANÇAS:
AUTORIA E INTERAÇÕES EM UMA PROPOSTA EDUCATIVA
EXPLORANDO O TEMA ENERGIA

COMISSÃO EXAMINADORA

Profª Drª Alessandra Aparecida Viveiro
Presidente da Comissão Examinadora

Profº Drº Jorge Megid Neto

Profº Drº Leo Burd

A Ata de Defesa, assinada pelos membros da Comissão Examinadora, consta no processo de vida acadêmica do Aluno

CAMPINAS

2017

“Our ultimate goal is to help all kids develop their thinking, develop their voices, and develop their identities. None of that will happen unless we continually ask: Who are we including? Who are we excluding? And how can we provide everyone – everyone - with opportunities for exploring, experimenting, and expressing themselves.”

(Mitchel Resnick)

Dedico este trabalho à minha família, especialmente ao meu esposo, Edson Sobreira, por sua colaboração irrestrita em todos os momentos, à minha filha Leticia, que compreendeu os momentos necessários de concentração para realização da escrita deste trabalho, e aos meus pais, por sempre incentivarem os meus estudos.

AGRADECIMENTOS

A Deus e à minha família, por estarem sempre presentes na minha vida, apoiando e orientando. Principalmente ao meu esposo Edson, pelo companheirismo e por apoiar sempre meus estudos, além de atender meus pedidos para encontrar fios, multímetros, dentre outros objetos sempre após a meia noite. Aos meus pais Celso e Rosa, meus irmãos Viviane e Glauber e minha cunhada/amiga Eliane, pelo apoio constante, além de buscarem a Letícia na escola ou cuidarem dela com muito carinho, em momentos que eu precisava dedicar ao mestrado. Ao meu sobrinho Felipe, pelo suporte, dicas e empréstimos de livros sobre energia.

À minha orientadora Alessandra Aparecida Viveiro, por toda colaboração e parceria no desenvolvimento do trabalho, fornecendo condições para repensar a elaboração do trabalho e enriquecer a execução e o registro com sábias observações, mesmo em momentos atípicos, nos quais não deveria estar trabalhando, ela jamais desistiu de colaborar até o fim do trabalho. Agradeço sua amizade, compreensão e profissionalismo.

Ao meu coorientador Profº Drº João Vilhete Viegas d'Abreu, a quem admiro desde a pós-graduação lato-sensu, por ter aceito o desafio de orientar quanto às questões tecnológicas, oferecendo oportunidades para enriquecer meu aprendizado relacionado às tecnologias educacionais.

À escola municipal que permitiu a realização da minha pesquisa, em especial à diretora da escola e à Secretaria de Educação, por autorizar a realização desta pesquisa. Aos alunos que se envolveram no projeto, permitindo que muitos desafios fossem vencidos, além dos pais dos alunos, por confiarem no trabalho e autorizarem a pesquisa na sala de aula dos seus filhos.

Agradeço aos professores do PECIM, cujas disciplinas colaboraram para repensar o Ensino de Ciências em sala de aula.

Aos professores Jorge Megid e Leo Burd, pela valiosa contribuição no exame de qualificação, que permitiram um novo olhar para o registro que estava sendo elaborado, além da participação na banca de defesa. Agradeço ao Jorge por todo o apoio durante o curso, acompanhando meu desenvolvimento, e pelas valiosas orientações quanto à metodologia durante a disciplina do PECIM e nos encontros do grupo FORMAR-Ciências. Ao Leo, por proporcionar a oportunidade de conhecer a aprendizagem criativa e vivenciar valiosas experiências no MIT.

Aos responsáveis pela Casa Ecológica da ONG ACEL - PUPA Permacultura em São José dos Campos, especialmente ao Hiure e Gabriel, que nos atenderam e forneceram valiosas contribuições, as quais inspiraram nossos alunos na criação da narrativa do jogo.

À professora Flávia Zocoler, pela atenção e disponibilidade, colaborando para tudo ocorrer com tranquilidade, tornando-se uma grande companheira de trabalho.

Aos colegas do grupo FORMAR-Ciências, que auxiliaram nas discussões do projeto de pesquisa, indicando bibliografias e dando dicas de revisão da escrita do problema e objetivos da pesquisa.

À amiga Adriana Couto, por ser companheira nas disciplinas do mestrado, tornando-se amiga confidente, durante esses dois anos de curso.

Às funcionárias da DAC Juliana e Stela, que em muito auxiliaram com os equívocos do sistema, solucionando os problemas para agendar a defesa do mestrado.

À amiga Débora Martins, por me emprestar sua biblioteca de livros pedagógicos, que em muito contribuiu para a escrita da parte teórica deste trabalho.

À minha eterna coordenadora Eva e à diretora Irma, por permitirem as trocas de horário de trabalho a cada semestre para eu cursar as disciplinas em horários variados.

Aos amigos Nelson Studart e Mariana Sales, que auxiliaram na difícil busca e empréstimo do livro *Children Designers*.

Ao Ricardo, meu professor de inglês, por me apoiar e ajudar no avanço do domínio da língua inglesa, necessário para leitura dos textos, escrita de *abstracts* dos diversos congressos e comunicação no congresso do MIT.

Aos meus amigos, pelo companheirismo e incentivo, que torceram pela concretização deste trabalho: Ailton, Alessandra, Cláudia, Edson, Flávio, Hugo, Josiene, Liliane, Sheila e Viviane. Assim como as amigas, companheiras de aventuras tecnológicas: Analúcia, Fabiana, Kátia, Olga, Patrícia, Regina, Rubia e Vanessa.

À minha superamiga Veronica, quem me incentivou a prestar a seleção do mestrado na Unicamp, além dos diversos apoios e companheirismo, nas disciplinas, nos congressos e em todos os trabalhos extras que inventamos juntas.

Enfim, a todos que direta ou indiretamente colaboraram para a realização deste trabalho.

RESUMO

O Ensino de Ciências para crianças faz-se necessário desde o início da infância, de modo a oferecer às crianças acesso à cultura científica e a formas variadas de leitura de mundo. Isto é possível por meio de um trabalho diversificado e com vivências concretas, podendo ser potencializadas pelo uso das tecnologias digitais. O potencial pedagógico das novas tecnologias, apesar de ser reconhecido, ainda carece de aprofundamento nas práticas pedagógicas, havendo a necessidade de ser integrado ao currículo. O letramento midiático favorece a transformação das informações adquiridas em novos conhecimentos, propiciando um Ensino de Ciências que vá além das práticas que reproduzem um ensino tradicional e meramente receptivo. Essa relação das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) com o currículo pode se tornar muito significativa quando aliada à aprendizagem dos conteúdos de Ciências, dentro de uma abordagem que considere as múltiplas relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA). Diante dessa problemática, desenvolveu-se uma pesquisa de intervenção que teve por objetivo geral desenvolver uma ação pedagógica em Ensino de Ciências, com estudantes dos anos iniciais do Ensino Fundamental, visando a produção de jogos digitais com autoria dos próprios estudantes. Para isso, buscou-se fundamentação em abordagens CTSA, propiciando aos estudantes subsídios para uma leitura mais crítica do mundo em que vivem. Foi elaborada e desenvolvida uma sequência didática sobre o tema energia com uma turma de 22 alunos do 5º ano de uma escola pública na Grande São Paulo. Neste contexto, levantou-se a seguinte questão de pesquisa: Projetos que envolvem exploração e programação de jogos digitais podem favorecer o aprendizado na área de Ciências nos anos iniciais do Ensino Fundamental? Os dados foram analisados a partir das seguintes categorias constituídas a posteriori: apropriação da linguagem, exploração de fenômenos e conteúdos de Ciências e de temas socioambientais, interação com a tecnologia e as relações interpessoais. A temática escolhida para esta investigação envolveu o conteúdo de energia e o uso do Scratch para programação dos jogos digitais, por se tratar de um ambiente de programação próprio para crianças, além da utilização de placas de prototipagem e outros recursos de interação física. As análises revelaram indícios de que a sequência didática favoreceu a aprendizagem dos conteúdos de Ciências, bem como suas interações com aspectos da Tecnologia, Sociedade e Ambiente. Observamos essas aprendizagens a partir da melhoria na interação e no relacionamento interpessoal nos trabalhos em grupo, avanço dos conhecimentos prévios em direção aos conhecimentos científicos, aquisição de vocabulário, influência do contexto didático no avanço dos alunos para formação dos conhecimentos científicos e tomada de decisões. Os alunos envolveram-se em ações que favoreceram tanto o letramento científico, quanto o letramento digital, reconhecendo-se como produtores de jogos, ricos em contexto e propostas atrativas e significativas.

Palavras-chave: ensino de ciências; jogos digitais; CTSA; ensino fundamental; energia.

ABSTRACT

In order to offer children access to scientific culture and to varied forms of reading in the world, science education is necessary since the beginning of childhood. This access is possible through a diversified work and concrete experiences, and can be enhanced by the usage of digital technologies. The pedagogical potential of new technologies still needs to be deepened in the pedagogical practices and to be integrated into the curriculum. The media literacy favors the transformation of acquired information into new knowledge, providing a science education that goes beyond practices that reproduce a traditional and merely receptive teaching. This relationship between the curriculum and the Digital Information and Communication Technologies (DTIC) can become very significant when combined to the learning of science content, in an approach that considers the multiple relationships between Science, Technology, Society and Environment (STSE). Faced with this problem, an intervention research that had as general objective to develop a pedagogical action in science education was developed and applied to students of the first grades of elementary school. It aimed at the production of digital games, having the students as the authors. Thus, it was sought to establish theoretical foundation in STSE approaches, providing to the students, subsidies for a more critical reading of the world in which they live. A didactic sequence about energy was developed with 22 students from the 5th grade of elementary school in a public school of the metropolitan area of São Paulo. In this context, the following research question was raised: Can projects involving the exploration and programming of digital games favor the learning of science in the first grades of elementary school? All collected data were analyzed according to the following categories *a posteriori*: language appropriation, exploration of phenomena, of sciences contents and of socioenvironmental themes, interaction with technology and interpersonal relations. The subject chosen for this research involved the energy content and the use of the programming language *Scratch* to develop digital games, once it is suitable for children, as well as the use of prototyping boards and other resources of physical interaction. The analysis revealed signs that the didactic sequence favored the learning of the contents of sciences, as well as their interactions with aspects of technology, society and environment. These learnings were observed from aspects such as improvement in the interaction and in the interpersonal relationship during group work, advancement of previous knowledge towards scientific knowledge, acquisition of vocabulary, and influence of the didactic context on the students' progress towards the formation of scientific knowledge and of decision-making. The students were involved in actions that favored both scientific and digital literacy, recognizing themselves as game producers rich in context and attractive and meaningful proposals.

Keywords: science teaching; digital games; STSE; elementary education; energy.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - "Espiral da aprendizagem criativa".....	69
Figura 2 - Montagem de um circuito com papel.....	85
Figura 3 - Placa Arduino Uno.	86
Figura 4 - Blocos disponíveis para programação do Arduino no Scratch 2.0 offline.	88
Figura 5 - Programação para piscar o LED criada no Scratch 2.0 offline.	88
Figura 6 - Programação para piscar o LED criada na IDE do Arduino.....	89
Figura 7 - Placa Makey Makey frente e verso.	90
Figura 8 - Dir. Utilização da fita condutiva apenas como adesivo, Esq. ligação da fita como condutora dos polos positivos e negativos.	109
Figura 9 - Registro da aula realizada por um grupo de alunos.	111
Figura 10 - Diário de bordo do aluno A18 referente à construção de circuitos de papel.	112
Figura 11 - Fotos realizadas na oficina de Paper Circuit integrando os alunos com as famílias.	113
Figura 12 - Simulação de um circuito simples.	113
Figura 13 - Exemplo de um dos jogos que "pegou fogo".	114
Figura 14 - Fichas do Scratch confeccionadas como tutorial para conexão do LED e LDR no Arduino e programação no Scratch 2.0 offline.....	115
Figura 15 - Diário de bordo do aluno A18 descrevendo sua primeira aula utilizando o Arduino.	117
Figura 16 - Relato escrito do aluno A3, explicando o uso da Protoboard, LED e resistores.	118
Figura 17 - Registro escrito do aluno A11.	119
Figura 18 - Ficha para ligação e programação do motor com hélice de energia eólica.	120
Figura 19 - Ficha para ligação e programação da placa de energia solar.	122
Figura 20 - Atividade realizada pelo grupo 2.	125
Figura 21 - Registro do grupo 2 relacionado à condução de energia.	126
Figura 22 - Registro do grupo 3 relacionado à condução de energia.	126
Figura 23 - Registro escrito do A20 sobre condução de energia.	128
Figura 24 - Dir. A18 ilustrou a energia potencial. Esq. A9 ilustrou a energia cinética.	140
Figura 25 - A4 representou por imagem e descrição o seu conceito de energia mecânica.	140
Figura 26 - A10 ilustrou tanto a energia potencial quanto a energia cinética.	140
Figura 27 - A7 ilustrou a energia potencial e cinética por meio do movimento dos carros.	141
Figura 28 - Telas da animação sobre a Casa Sustentável.	143
Figura 29 - Representação de energia eólica e plantação de cana-de-açúcar para fabricação do Etanol.	145
Figura 30 - Produção de energia eólica para abastecer carros elétricos.	145
Figura 31 - Energia das marés.....	146
Figura 32 - Aluna colorindo a personagem do jogo	148

Figura 33 - Personagens criados para o jogo.....	148
Figura 34 - Análise do resultado da eleição do tema.....	149
Figura 35 - Tela da explicação inicial do jogo da sala - grupo 1.	155
Figura 36 - Montagem física do grupo 1: sala e aerogerador.	155
Figura 37 - Montagem do aerogerador no LED e ligação do LDR.	156
Figura 38 - Montagem do aerogerador, LED e LDR.	156
Figura 39 - Programação da barra de energia.....	157
Figura 40 - Detalhe da programação da barra de energia para envio do comando de continuidade do jogo.	157
Figura 41 - Montagem física do grupo 2: cozinha.....	159
Figura 42 - Ligação do LED e Sensor de Imã.....	159
Figura 43 - Ligações do grupo 2: Sensor de imã e LED.	160
Figura 44 - Programação do desafio da geladeira criado pelo grupo 2.	161
Figura 45 - Programação para o desafio do fogão.	161
Figura 46 - Detalhe da programação para o fogão acender quando a resposta for correta.....	162
Figura 47 - Explicação sobre o Eco Piso programada pelo grupo 3.	164
Figura 48 - Montagem do cômodo do grupo 3: salão de dança.....	164
Figura 49 - Ligação dos LEDs e servomotor da luminária.	165
Figura 50 - Exemplo de ligação de LEDs e servomotor para projeto do grupo 3....	165
Figura 51 - Programação dos LEDs e servomotor.	166
Figura 52 - Ligação do Makey Makey no Piso Sustentável.	166
Figura 53 - Programação do jogo remixado pelo grupo 3.....	167
Figura 54 - Montagem física do grupo 4: quarto.....	168
Figura 55 - Instruções do personagem para acender a luz do quarto no desafio de energia solar do grupo 4.	169
Figura 56 - Montagem da placa fotovoltaica para acender o LED e programação do LDR.	169
Figura 57 - Montagem do LED conectado à placa fotovoltaica e do LDR programado no Arduino.	170
Figura 58 - Simulação do carregamento da energia simultâneo com o desafio da placa fotovoltaica.	170
Figura 59 - Programação do grupo 4 para acender a luz do quarto.	171
Figura 60 - Explicação das vantagens e desvantagens do carro elétrico.	172
Figura 61 - Início da corrida com desafios sobre o carro elétrico.....	173
Figura 62 - Montagem física do grupo 5: garagem.....	174
Figura 63 - Montagem do laser e LDR na Protoboard, ligação na placa Arduino e programação no Scratch 2.0.	174
Figura 64 - Desafio 2 proposto pelo grupo 5 sobre os benefícios do carro elétrico.	175
Figura 65 - Labirinto com desafios sobre energia solar.	176
Figura 66 - Programação para o personagem não ultrapassar as paredes do labirinto.	177
Figura 67 - Programação dos desafios do grupo 6.....	178
Figura 68 - Montagem física do grupo 6: jardim.	178
Figura 69 - Instalação da placa fotovoltaica na casa.....	179

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Objetivos de Ciências para o 2º trimestre do 5º ano.....	27
Quadro 2 - Respostas dos grupos sobre a economia de energia.	106
Quadro 3 - Questões para avaliação do jogo, organizadas de acordo com as dimensões do GameFlow.....	130
Quadro 4 - Escolhas iniciais dos grupos para produção dos jogos digitais.....	147
Quadro 5 - Atividades organizadas para iniciar o trabalho	188
Quadro 6 - Atividades relacionadas ao primeiro momento	188
Quadro 7 - Atividades organizadas para o segundo momento	189
Quadro 8 - Atividades organizadas no terceiro momento	192
Quadro 9 - Análise da categoria: Apropriação da Linguagem	194
Quadro 10 - Análise da categoria: Exploração de fenômenos e conteúdos de Ciências e de temas socioambientais	196
Quadro 11 - Análise da categoria: Interação com a tecnologia	200
Quadro 12 - Análise da categoria: Relações interpessoais	203

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultado da avaliação do jogo "Cidade Eficiente"	131
--	-----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Aneel - Agência Nacional de Energia Elétrica

ASC - Aspectos Sociocientíficos

CTS - Ciência, Tecnologia e Sociedade

CTSA - Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

CD - *Compact Disc*

DVD - *Digital Video Disc*

EMEB - Escola Municipal de Educação Básica

Fapesp - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo

ICT - *Information and Communication Technologies*

LDB - Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

LDR - *Light Dependent Resistor*

LED - *Light Emitting Diode*

Libras - Língua brasileira de sinais

MIT - *Massachusetts Institute of Technology*

ONG - Organização não governamental

OD - Orientação Didática

Pape - Professora de Apoio aos Programas Educacionais

Pibid - Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência

PMSBC - Prefeitura do Município de São Bernardo do Campo

PPP - Projeto Político Pedagógico

Prouca - Programa um computador por aluno

RPG - Roleplaying Game

TDIC - Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação

TIC - Tecnologias de Informação e Comunicação

Unicamp - Universidade Estadual de Campinas

ZDP - Zona de Desenvolvimento Proximal

SUMÁRIO

Introdução	18
1. Procedimentos metodológicos	21
1.1 Cenário e contexto da pesquisa	21
1.2 Sujeitos envolvidos	24
1.3 Processo de construção da sequência didática, coleta e análise de dados	26
2. Ensino de Ciências nos anos iniciais do Ensino Fundamental	30
2.1 Dificuldades para efetivação do Ensino de Ciências nos anos iniciais do Ensino Fundamental	33
2.2 Alfabetização científica	40
2.3 Caminhos para os processos de Alfabetização Científica em sala de aula: a perspectiva CTS/CTSA.....	43
3. O desenvolvimento da aprendizagem nos anos iniciais do Ensino Fundamental.....	50
3.1 O construcionismo	54
4. Tecnologias na educação	59
4.1 Letramento digital.....	60
4.2 Ensino de programação	65
4.3 Scratch.....	68
4.4 Jogos digitais na educação	72
4.4.1 Experiências com criação de jogos digitais.....	75
4.4.2 Um panorama das pesquisas sobre criação de jogos digitais no Ensino de Ciências.....	80
4.5 Utilização de materiais e plataformas físicas para compreensão de conceitos científicos.....	84
4.5.1 Paper Circuit.....	84
4.5.2 Arduino	86
Programação do Arduino com o Scratch 2.0 offline.....	87
4.5.3 Makey Makey	89
5. Sequência didática para exploração do tema energia: descrição e análise dos dados.....	91
5.1 Desenvolvimento da sequência.....	91
5.1.1 Sequência didática planejada para o desenvolvimento do trabalho	92
5.1.2 Primeiro momento pedagógico: Problematização inicial	101
5.1.3 Segundo momento: Organização do conhecimento	104
5.1.4 Terceiro momento: Aplicação do conhecimento	141

5.2 Um olhar sobre o processo	193
Considerações finais	209
Referências.....	218
Apêndices.....	226
Apêndice A – Componentes utilizados com o Arduino	227
Apêndice B – Atividade coletiva	233
Apêndice C – Atividade dos grupos	235
Apêndice D - Fichas do Scratch 2.0 offline para programação da placa Arduino	238
Apêndice E – Atividade sobre condução de energia com Makey Makey.....	242
Apêndice F – TCLE – Responsáveis legais	243
Apêndice G – TCLE – Professora da turma	246
Apêndice H – Livro produzido pelos alunos para divulgar a criação dos jogos ...	249

Introdução

Nos anos iniciais do Ensino Fundamental, o aprendizado de Ciências Naturais tem sempre uma importância secundária, devido à exigência de um bom desempenho dos alunos nas áreas de Língua Portuguesa e Matemática (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990; FUMAGALLI, 1998; MIZUKAMI et al., 2002; NIGRO; AZEVEDO, 2011). Diante disto, o Ensino de Ciências Naturais, quando é trabalhado, comumente ocorre de forma expositiva e transmissiva, sem que haja um trabalho investigativo e autoral.

O Ensino de Ciências para crianças faz-se necessário desde o início da infância (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990; FUMAGALLI, 1998; WEISSMANN, 1998; LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001; MIZUKAMI, 2002; HAMBURGER, 2007; OVIGLI; BERTUCCI, 2009; CARVALHO, 2009; CHAVES, 2009; NIGRO; AZEVEDO, 2011; VIVEIRO; ZANCUL, 2014), de modo a oferecer-lhes acesso à cultura científica, o que é possível por meio de um trabalho diversificado e com vivências concretas, podendo ser potencializado pelo uso das tecnologias digitais (LORENZETTI, 2000; LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001; SANTOS; MORTIMER, 2001; VIVEIRO; ZANCUL, 2014).

O potencial pedagógico das novas tecnologias, apesar de ser reconhecido, ainda carece de aprofundamento nas práticas pedagógicas, havendo a necessidade de ser integrado ao currículo. O letramento midiático favorece novos processos cognitivos (SOARES, 2002), podendo propiciar, inclusive na área de Ciências, uma aprendizagem que vá além das práticas que reproduzem um ensino tradicional e meramente receptivo. Essa relação das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) com o currículo pode se tornar muito significativa quando aliada à aprendizagem dos conteúdos de Ciências, dentro de uma abordagem que considere as múltiplas relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA).

Diante disso, este trabalho foi desenvolvido com o intuito de concretizar conhecimentos teóricos e contextualizá-los, no cotidiano dos alunos, por meio de experiências práticas e construção de jogos que favorecem a pesquisa e a busca de informações. Para isso, buscou-se fundamentação em abordagens CTS/CTSA, propiciando aos estudantes subsídios para uma leitura mais crítica do mundo em que vivem.

O foco da pesquisa nos anos iniciais da Educação Básica foi motivado pela experiência como professora em escolas da rede pública municipal. Durante 18 anos lecionando nos anos iniciais do Ensino Fundamental, foi possível observar como se dava o planejamento e a relevância do Ensino de Ciências neste nível, diante das exigências de desempenho dos alunos em Língua Portuguesa e Matemática. Muitas vezes as Ciências Naturais eram tratadas de forma secundária, sem muita relevância, ocasionando resultados não satisfatórios na aprendizagem dos alunos.

A experiência como professora trabalhando com o uso das tecnologias educacionais aliadas ao currículo escolar nos fez pensar na possibilidade de utilizar estes recursos para propiciar um Ensino de Ciências mais próximo do cotidiano dos alunos. Isto com o intuito de favorecer não a recepção de informações, mas, sim, o desenvolvimento de pesquisas e uma postura autoral nos alunos. Essa prática poderia ser viabilizada pela produção de jogos digitais relevantes para o aprendizado dos estudantes, que exige deles saber produzir informações para criar os jogos, além de potencialmente tornar divertido o aprendizado de outros alunos que pudessem ter acesso a estas produções.

Diante desse contexto, levantamos como questão de pesquisa: Projetos que envolvem exploração e programação de jogos digitais podem favorecer o aprendizado na área de Ciências nos anos iniciais do Ensino Fundamental?

Realizamos, a partir da questão de pesquisa, um estudo que teve por objetivo geral desenvolver uma ação pedagógica em Ciências, com estudantes dos anos iniciais do Ensino Fundamental¹, visando a produção de jogos digitais, tendo os estudantes como autores, avaliando a apropriação da linguagem científica, a exploração de conteúdos e fenômenos de Ciências e de temas socioambientais, a interação com a tecnologia, indícios do letramento digital e as relações interpessoais durante o processo.

O trabalho foi desenvolvido em uma escola pública municipal de São Bernardo do Campo - SP, em uma turma do 5º ano do Ensino Fundamental, com 22 alunos inicialmente, uma vez que no terceiro trimestre foi matriculada mais uma aluna. Dentre os conteúdos curriculares a serem trabalhados durante o ano letivo dessa turma, o conteúdo de energia estava previsto para o segundo trimestre e tornou-se muito favorável para ser trabalhado por uma abordagem prática, reflexiva e criativa.

¹ Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, com o número CAAE 50835315.7.0000.5404. A cópia dos termos de consentimento encontra-se nos Apêndices F e G.

Com essa abordagem, pretendemos tornar esse tema mais próximo do cotidiano dos alunos e despertar reflexões para um uso consciente das matrizes energéticas com o auxílio das tecnologias digitais.

Optamos pela utilização do Scratch para programação dos jogos digitais, por se tratar de um ambiente de programação próprio para crianças. Além disso, pela interação com placas de prototipagem e outros recursos de computação física.

Sendo assim, essa dissertação está organizada de forma a apresentar, no Capítulo 1, os procedimentos metodológicos com a trajetória da pesquisa, de modo a situar o leitor nas perspectivas e teorias que a fundamentam. Também descrevemos o cenário, o contexto e os sujeitos envolvidos na pesquisa, além do processo envolvido na construção da sequência didática.

O Capítulo 2 aborda a fundamentação teórica com as discussões sobre o Ensino de Ciências com abordagem CTS/CTSA nos anos iniciais do Ensino Fundamental, a reflexão sobre o desenvolvimento da aprendizagem nos anos iniciais da Educação Básica, aspectos sobre a tecnologia na educação e um panorama das pesquisas sobre jogos digitais no Ensino de Ciências.

Em seguida, no Capítulo 3, descrevemos as teorias que fundamentam o desenvolvimento da aprendizagem nos anos iniciais da Educação Básica, assim como a abordagem construcionista, que embasa o desenvolvimento da aprendizagem por meio da interação com as tecnologias.

No Capítulo 4, apresentamos o potencial pedagógico das novas tecnologias aliadas ao currículo escolar, incluindo a utilização de jogos digitais, e o uso de plataformas físicas dentre outros recursos, os quais podem favorecer o letramento digital.

No Capítulo 5, descrevemos a sequência didática desenvolvida, a qual foi organizada de acordo com os “três momentos pedagógicos” propostos por Delizoicov e Angotti (1990), sendo descritas as estratégias didáticas e alguns relatos dos alunos no decorrer do processo, seguindo-se as análises sobre o processo.

Por fim, apresentamos as considerações finais sobre o trabalho desenvolvido, seguidas das referências, apêndices e anexos.

1. Procedimentos metodológicos

Neste capítulo serão apresentadas as teorias que fundamentam a abordagem metodológica, a trajetória da pesquisa, a contextualização do ambiente de pesquisa e os sujeitos envolvidos.

Esta dissertação teve como enfoque metodológico a Pesquisa Qualitativa, a qual assume muitas formas em contextos distintos, além de lançar mão de uma gama considerável de instrumentos e meios para coleta de dados, ressaltando principalmente o desenvolvimento do processo (TRIVIÑOS, 1987; BOGDAN; BIKLEN, 1994).

Os sujeitos de estudo são considerados em toda a sua complexidade, com suas visões de mundo, culturas e especificidades éticas, compreendendo-os como seres em permanente transformação (MINAYO, 2000).

Considerando, de acordo com Minayo (2000), a abertura e a flexibilidade proposta pela pesquisa qualitativa, utilizamos como ponto de partida a elaboração de uma proposta de sequência didática aberta a modificações no decorrer do trabalho, de acordo com as necessidades que poderiam surgir durante o processo em função das necessidades da professora e dos alunos, não considerando apenas o pesquisador como único detentor do controle do desenvolvimento da pesquisa.

O trabalho se aproxima daquilo que Megid Neto (2011) define por pesquisa de intervenção, em que o pesquisador intervém no processo, introduzindo novos elementos e variáveis. Neste contexto, a professora-pesquisadora assumiu uma postura ativa, atuando tanto como pesquisadora principal, como também atuando como professora-colaboradora em parceria com a professora da turma.

1.1 Cenário e contexto da pesquisa

Este estudo ocorreu em uma escola pública do município de São Bernardo do Campo – SP. A escolha da Instituição se deu pela nossa proximidade com os professores atuantes na escola, devido ao fato de a professora-pesquisadora já ter trabalhado nessa rede municipal.

A escola está localizada em um dos maiores bairros da cidade, em termos de extensão territorial e populacional, contando com comércio, indústrias, teatro, pinacoteca e biblioteca municipal, além de serviços diversos.

Quanto aos recursos² de infraestrutura, a escola possui um prédio de três andares, o qual atende 532 alunos, oriundos também de bairros vizinhos, devido à demanda de vagas da escola. Mais de 70% dos alunos fazem uso de transporte escolar pelo fato de residirem em locais distantes da escola.

A escola possui uma biblioteca escolar interativa com um acervo aproximado de 4.000 livros, 650 DVDs, 271 CDs e 3 computadores, sendo 2 disponibilizados para os alunos. A biblioteca fica aberta à comunidade todas as quartas-feiras em horário comercial.

A escola também possui infraestrutura tecnológica padronizada pela rede municipal de educação, em que a Secretaria de Educação oferece os programas “Tecnologia da Informação” com a implantação de laboratório de informática e aulas de robótica sob acompanhamento de uma professora parceira, denominada Pape (Professora de Apoio aos Programas Educacionais) e o “Projeto Conect@” (com disponibilização de Netbooks Educacionais – semelhante ao Programa “Um computador por aluno” - Prouca³). Conta com acesso à rede lógica no laboratório e internet “wireless” em todo ambiente escolar, via *Access Point*, em cada sala e locais comuns.

No entanto, os equipamentos de informática estavam, em sua maioria, danificados. Dos 18 computadores existentes, apenas 7 estavam em funcionamento. Dessa forma, foi preciso organizar os alunos em grupos para o uso dos computadores. Uma outra alternativa foi o uso dos *netbooks* educacionais na sala de aula, adquiridos pelo Projeto Conect@, o qual disponibilizou para a escola 210 equipamentos para serem utilizados em forma de revezamento na grade de horário. Cada turma tem um período na semana que pode usar esses equipamentos como desejar, além de um horário adicional para agendamento. No entanto, esses netbooks são mais utilizados para acessar a internet, quando a rede não está com instabilidade, pois não permite a instalação de programas para atividades diferenciadas. Além destes equipamentos, a escola dispõe de alguns recursos como câmera digital, mp4, microfone, dentre outros equipamentos eletrônicos.

² Dados obtidos por meio da leitura do Projeto Político Pedagógico (PPP) da escola.

³ O Prouca foi instituído pela Lei nº 12.249, de 14 de junho de 2010, com o objetivo de promover a inclusão digital de alunos e professores das escolas públicas, com a utilização de computadores portáteis. Mais informações disponíveis em <<http://www.fnde.gov.br/programas/programa-nacional-de-tecnologia-educacional-proinfo/proinfo-programa-um-computador-por-aluno-prouca>>.

Devido à integração das tecnologias ao currículo escolar propiciada pelos programas educacionais, a comunidade escolar já possui uma vivência com o uso de tecnologias, ultrapassando a resistência inicial. Porém, para muitos professores, a utilização não é autônoma, dependendo da parceria com a Pape. A utilização geralmente ocorre contextualizada ao currículo e ao Projeto Político Pedagógico (PPP).

A escola desenvolve um trabalho de robótica que, entre os anos de 2010 e 2012, baseou-se principalmente no uso do material da Lego, inclusive participando dos festivais de robótica promovidos pela Prefeitura do Município de São Bernardo do Campo. A utilização intensa gerou um desgaste do material, dificultando a continuidade do trabalho. Diante dessa situação, inseriram outros trabalhos no lugar para continuar com o desenvolvimento da linguagem de programação, utilizando principalmente o Scratch.

Em 2015, a escola adquiriu cinco kits básicos e cinco avançados da placa Arduino, incluindo sensores e atuadores, além de cinco placas Makey Makey. Até o primeiro trimestre de 2016, somente uma turma havia trabalhado com o Arduino, em uma exploração livre. Em 2016, ano em que ocorreu o desenvolvimento do trabalho em sala de aula, a Pape estava desenvolvendo um projeto, no contraturno escolar, denominado “Clube de Programadores”, com a ideia de consolidar este trabalho integrando a linguagem de programação do Scratch com a placa Arduino e o Lego.

Em 2016, as propostas para o 5º ano envolviam atividades sequenciadas em que os estudantes deveriam criar jogos e simulações trabalhando com linguagem de programação. Já no 4º ano, eles iniciariam um trabalho exploratório com programas, sites e aplicativos envolvendo linguagem de programação. Em geral, segundo depoimento da Pape, algumas turmas do 4º ano conseguem introduzir, logo depois, o Scratch como exploração, produzindo animações, para que, no 5º ano, possam desenvolver um trabalho mais sistematizado.

Com relação à proposta pedagógica, segundo o PPP da escola, o respeito à diversidade é defendido pela escola, que atende crianças com necessidades educacionais especiais por deficiências variadas.

Ainda de acordo com o documento, o objetivo educacional está voltado para a formação do cidadão participativo, crítico e ciente do seu papel como agente transformador do ambiente em que vive.

O cenário apresentado pareceu propício para a realização da pesquisa, pois poderia viabilizar o desenvolvimento de um trabalho de programação, integrando as interfaces físicas e digitais, contextualizadas ao Ensino de Ciências, além de contribuir para um novo olhar para o uso de tecnologias, propiciando a autoria e o protagonismo dos alunos e professora envolvidos no projeto.

1.2 Sujeitos envolvidos

A pesquisa envolveu a professora e os estudantes de uma turma do 5º ano da escola. A sala contava inicialmente com 22 alunos (9 meninas e 13 meninos); ao final do projeto, mais uma aluna entrou na turma, totalizando 23 crianças. A turma tem redução de número total de alunos por ser uma classe de inclusão, com uma aluna surda que faz leitura labial e desconhece a Língua Brasileira de Sinais (Libras). Para integrar a aluna nas atividades, sempre falávamos olhando para ela e pausadamente. Quando exibíamos vídeos sem legenda, fazíamos pausa nos vídeos e explicávamos o que estava sendo exibido. Em alguns momentos também contamos com a presença da Pape.

Em entrevista inicial, a professora da turma relatou que a sala era bastante indisciplinada e a maior parte dos alunos desinteressados. Não realizavam tarefas de casa e não demonstravam prazer em sentar para construir alguma coisa ou discutir um texto. Possuíam muita dificuldade para interpretar texto, comando oral e escrito, problemas e conversas orais. Ressaltou a dificuldade para manter a atenção dos alunos por mais de 15 minutos.

Em relação à socialização e trabalho em equipe, a professora relatou que algumas crianças não podiam sentar juntas com outras porque brigavam. Como a sala tinha poucas meninas, os meninos competiam pela atenção e pela liderança, causando atritos. Relatou que as meninas eram mais tímidas e mais quietas.

Diante desse cenário, o critério para a escolha da sala foi motivado pelas características da turma, a qual foi relatada pela professora e coordenação como uma classe dispersa, com dificuldades de relacionamentos, além de não desenvolverem trabalhos em equipe. Dessa forma, seria uma possibilidade interessante apresentar estratégias diversificadas, além das que a professora já desenvolvia, buscando contribuir para o envolvimento dos alunos e um aprendizado significativo.

A estratégia utilizada pela professora consistia em um trabalho com atividades diferenciadas, com uma diversidade maior de estímulos, oferecendo pouco tempo para leitura, pouco tempo para discussão, duas ou três perguntas para responder, organizando, em seguida, as crianças em duplas ou trios para fazer a mesma atividade utilizando-se de uma outra proposta, um outro estímulo.

Nas aulas de Ciências, a professora desenvolvia um trabalho com pesquisa, produção de texto e investigação.

Em relação ao trabalho desenvolvido com a turma integrado com tecnologia em anos anteriores, mais especificamente em 2011, quando os alunos estavam no 1º ano, desenvolveram projetos utilizando material estruturado da Lego (caixa de montagem mecânica). Após esse trabalho, não desenvolveram mais atividades nos anos seguintes com material de montagem. Em 2015, alguns alunos que faziam parte da turma do 4ºA participaram de atividades de programação utilizando os sites *Blockly Games* e *Code.org*, finalizando com o Scratch, utilizando alguns jogos que já estavam criados e disponibilizados no site. A turma do 4º B, que eram outros alunos que se integraram a esse 5º ano, atrasou no término de uma atividade anterior, e não conseguiu iniciar o trabalho com Scratch.

No ano de 2016, iniciaram as atividades no laboratório de tecnologia com a apresentação do ambiente de criação do Scratch. Em seguida, fizeram uma animação no coletivo e partiram para a exploração em grupo. No desenvolvimento desse trabalho, a Pape detectou dificuldades de estratégias, em relação a programar o que eles estavam pensando, a linha de raciocínio lógico que eles queriam que fosse executado na animação, ou seja, fazer a programação. A turma não havia trabalhado em nenhum momento anterior com o Arduino.

1.3 Processo de construção da sequência didática, coleta e análise de dados

Nossa atuação ocorreu em parceria com a professora de sala de aula, incluindo os conhecimentos necessários para o trabalho com programação, até então não dominado pela professora, bem como para desenvolvimento do conteúdo e análise das aprendizagens dos alunos.

Dentro do contexto descrito, para efetivar essa parceria de trabalho, realizamos uma conversa inicial para identificação das características da turma e trabalhos já desenvolvidos (descritos anteriormente) e expectativas da professora em relação ao desenvolvimento do trabalho que envolveria a pesquisa. Nesse momento ela relatou:

Espero que a gente consiga tirar essa turma dessa zona de conforto, de não querer fazer, de não ter vontade, e criar pessoas que tenham interesse na pesquisa, que queiram descobrir mais, que sejam mais curiosos e que consigam transmitir esse conhecimento, seja por escrito, seja na oralidade, que saia do que está, porque eu acho que está muito ruim. (Fala da professora da turma)

Após ter conhecimento das expectativas da professora, conversamos sobre a proposta de trabalho que seria desenvolvida e qual o conteúdo que poderíamos abordar. Como o primeiro trimestre estava sendo encerrado, optamos por utilizar o conteúdo que seria trabalhado no segundo trimestre, de acordo com a grade de conteúdos disponibilizadas no PPP, conforme pode ser observado no Quadro 1.

Dentre estes objetivos e conteúdos, chegamos ao acordo de abordar o tema energia e delineamos as ideias iniciais, dando continuidade à elaboração da proposta com a utilização do editor de texto do Google Drive⁴, o qual permite uma escrita colaborativa à distância. Por meio de registros, comentários e conversas online, foi possível escrever a sequência didática⁵ apresentada no Capítulo 5, a qual sofreu alguns ajustes no decorrer do trabalho.

⁴ Google Drive é um serviço online da Google que permite armazenamento, edição e compartilhamento de arquivos online. É possível criar e editar colaborativamente documentos de textos, planilhas, apresentações, desenhos, dentre outros. Disponível em < https://www.google.com/intl/pt-BR_ALL/drive/>

⁵ A sequência didática foi introduzida no PPP da EMEB, ficando disponível para as demais turmas e professoras.

Quadro 1 - Objetivos de Ciências para o 2º trimestre do 5º ano.

OBJETIVOS	CONTEÚDOS
<ul style="list-style-type: none"> - Formular e expressar (oralmente, graficamente e por escrito) uma reflexão a respeito das semelhanças e diferenças das formas de trabalho ao longo do tempo e em diferentes lugares; - Identificar ações humanas que ameaçam o equilíbrio ambiental (desmatamento, poluição, desperdício de água e de energia); - Identificar ambientes transformados pela ação humana e nomear ações de degradação; - Identificar as razões e os processos pelos quais os grupos locais e a sociedade transformam a natureza ao longo do tempo, observando as técnicas e as formas de apropriação da natureza e seus recursos; - Identificar as principais fontes de energia utilizadas no mundo contemporâneo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Novas tecnologias e mudanças no cotidiano; - Energia e tecnologia.

Fonte: PPP da EMEB, 2016.

Considerando o perfil dos alunos traçado pela professora responsável pela classe e com a definição do tema energia, optamos pela integração de placas e recursos tecnológicos que favorecessem a interação física, de modo que o jogo não fosse apenas virtual, mas que propiciasse uma relação híbrida entre o físico e o virtual. Essas tecnologias já faziam parte do acervo material da escola e poderiam tornar mais concreto e compreensível os conceitos que seriam abordados. Usamos o Arduino como mais um recurso para envolver os alunos no processo de ensino e aprendizagem. Circuitos controlados por Arduino permitem produzir energia e concretizar diversos conceitos que são muitos abstratos e de difícil compreensão para crianças nessa faixa etária. Também favorecem as interações e potencializam a criatividade no desenvolvimento das estratégias dos jogos pelos alunos, além do favorecimento de atividades “mão na massa”.

Diante disso, estudamos o potencial de integração das placas Makey Makey, Arduino e os diversos sensores e atuadores existentes na escola, os quais, embora não tivessem sido adquiridos inicialmente com o propósito de serem utilizados para a finalidade desta pesquisa, se mostraram adequados para o que propúnhamos trabalhar. Incluímos, no planejamento da sequência didática, apenas as placas fotovoltaicas para estudo da energia solar. Posteriormente, quando os alunos planejaram seus jogos, adquirimos também dois sensores de efeito Hall (sensor de imã) para viabilizar uma das estratégias escolhidas por um dos grupos, que necessitaram de um sensor que detectasse a presença de um objeto. Para construção das maquetes físicas, incluímos também o uso de materiais de sucatas, muitos já existentes na escola, e outros que arrecadamos junto com os alunos e comunidade escolar.

Diante da complexidade e da diversidade de material utilizado, elaboramos estratégias didáticas para viabilizar um uso consciente e significativo dos materiais, de modo que os alunos compreendessem suas utilidades e tivessem conhecimentos suficientes e autonomia para selecionar os materiais adequados para utilizar no jogo que seria programado.

Para definir os objetivos e conteúdos a serem trabalhados dentro do tema “Energia”, tomamos como base a tipologia proposta por Zabala (1999), os quais são divididos em: conceituais, procedimentais e atitudinais.

Os pressupostos da abordagem CTS/CTSA serviram como inspiradores para o desenvolvimento da proposta.

Para organização metodológica do trabalho pedagógico, tomamos como base a proposta de Delizoicov e Angotti (1990), que propõem a estruturação em três momentos pedagógicos. No segundo e terceiro momentos, que envolveram a exploração dos recursos tecnológicos físicos e a construção de jogos digitais associados às placas de prototipagem, envolvemos propostas com abordagem construcionista com foco na aprendizagem criativa.

A aplicação da proposta iniciou-se no dia 30 de março de 2016, com aulas semanais, sendo realizadas todas as quartas-feiras, das 8h às 10h. A partir do dia 2 de maio, foi integrada mais uma aula, a qual foi realizada de segunda-feira, das 8h às 8h50, para continuidade do trabalho; assim, contamos com 3 aulas semanais. O trabalho se estendeu até 31 de outubro de 2016, com intervalos nos meses de julho (recesso escolar e férias dos estudantes) e setembro (suspensão das aulas por conta de jogos

no município), além de alguns dias em que contamos com o cancelamento de aulas para conselhos de classe, reuniões de pais, saídas para estudo do meio e semana das crianças.

As aulas ocorreram sempre no laboratório de informática, no qual contamos inicialmente com 6 computadores para trabalho em grupo e 1 computador para projeção. Porém, ao final do trabalho, tivemos um computador a menos, pois parou de funcionar.

Utilizamos como recursos de coleta de dados os registros escritos e desenhos dos alunos propostos em algumas aulas, vídeos e áudios gravados, fotografias, registros da professora-pesquisadora e a produção do trabalho em si, que contou com a programação do jogo virtual e a montagem da maquete para interação física com o jogo. Neste contexto, foram observadas a apropriação da linguagem, a aproximação de conteúdos de Ciências, a interação com a tecnologia e as relações interpessoais.

A avaliação foi sistematizada pela criação de um portfólio de aprendizagem (SHORES; GRACE, 2001), incluindo anotações, esboços dos projetos, registros das aprendizagens, ilustrações e o diário de bordo. Inicialmente, a intenção era utilizar os netbooks educacionais para criação de um portfólio virtual utilizando o Google Drive. No entanto, deparamo-nos com problemas de conexão da internet e modificamos a proposta para registro manuscrito, garantindo assim a construção do portfólio.

A fundamentação teórica que envolveu a organização da sequência didática será discutida a seguir.

2. Ensino de Ciências nos anos iniciais do Ensino

Fundamental

A necessidade de um acesso mais amplo dos indivíduos à cultura científica justifica a defesa do Ensino de Ciências nos diferentes níveis de escolarização, desde os anos iniciais. Para se desenvolver um aprendizado efetivo, faz-se necessária a superação de aulas meramente expositivas, pautadas na memorização, avançando para um trabalho que envolva práticas diversificadas, contemplando, por exemplo, a abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade(-Ambiente) (CTS/CTSA), a experimentação em uma abordagem investigativa e a exploração das tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) (VIVEIRO; ZANCUL, 2014).

Durante a pesquisa bibliográfica, nos deparamos com diversos autores que defendem a importância do Ensino de Ciências nos anos iniciais do Ensino Fundamental (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990; FUMAGALLI, 1998; WEISSMANN, 1998; LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001; MIZUKAMI, 2002; HAMBURGER, 2007; OVIGLI; BERTUCCI, 2009; CARVALHO, 2009; CHAVES, 2009; NIGRO; AZEVEDO, 2011; VIVEIRO; ZANCUL, 2014).

Para Fumagalli (1998), a discussão sobre a importância do Ensino de Ciências Naturais nos anos iniciais do Ensino Fundamental parece ser contraditória em nosso século, porém ainda se faz atual e pertinente. Segundo a autora, somente a partir dos anos de 1950, o ensino das Ciências passou a ser objeto de reflexão no campo teórico educacional, sendo considerada uma área nova que apresenta problemas que precisam ser debatidos, como a possibilidade de ensinar Ciências durante as primeiras idades. Isso porque, no mesmo período, foram produzidas as novas teorias do desenvolvimento cognitivo infantil e do processo de aprendizagem, quando alguns pedagogos desenvolveram estratégias para ensinar Ciências para crianças, enquanto outros, defenderam a impossibilidade de ensinar Ciências nos anos iniciais, alegando que o conhecimento científico era muito complexo para a compreensão das crianças. Atualmente, esses argumentos da complexidade dos conteúdos científicos já foram superados. No entanto, na prática cotidiana, continua-se valorizando o ensino das disciplinas de Matemática e Língua Portuguesa, deixando a disciplina de Ciências em segundo plano. Além disso, há pouco investimento, sendo

escassos os programas de aprimoramento do ensino das Ciências (FUMAGALLI, 1998).

Sendo assim, o Ensino de Ciências nos anos iniciais ainda carece de melhorias e ampliação (CHAVES, 2009; GOLDEMBERG, 2009), existindo uma necessidade urgente em educarmos a população para a educação científica, desafio este que deve ser iniciado na educação básica (CHAVES, 2009).

O conhecimento científico é fundamental para que a população possa compreender melhor o mundo em que vive, e essa oportunidade deve ser oferecida em todos os níveis de escolarização, conforme alerta Weissmann (1998, p.15): “não ensinar Ciências nas primeiras idades invocando uma suposta incapacidade intelectual das crianças é uma forma de discriminá-las como sujeitos sociais”.

A criança chega à escola com diversos saberes desenvolvidos, pois já interage em diferentes ambientes sociais, onde está em contato constante com os conhecimentos relacionados à Ciência. Diante disso, faz-se necessário reconhecer que existem conhecimentos previamente desenvolvidos, cabendo à escola o papel de sistematizar esses conhecimentos.

Lorenzetti (2000) afirma que já há um consenso em relação à importância das Ciências Naturais nos anos iniciais do Ensino Fundamental, por ser este o primeiro encontro formal da criança com o conhecimento científico, pois “em diferentes situações anteriores à escolaridade, a criança defrontou-se com conhecimentos relativos à Ciência, mas é na escola que estes conhecimentos terão a oportunidade de serem sistematizados, ampliados e contextualizados” (LORENZETTI, 2000, p.31).

Para Viveiro e Zancul (2014), é importante um processo sistematizado de ensino e aprendizagem na educação básica, relacionando as experiências que as crianças têm com o mundo que as rodeia, contribuindo para a discussão das ideias e formação de conceitos, de forma a não deixar essa formação meramente a cargo dos meios de comunicação, os quais nem sempre estão comprometidos com a formação científica.

Para se trabalhar Ciências nos anos iniciais, é necessário compreender o processo de desenvolvimento das crianças, de modo a propiciar condições para a formalização do conhecimento científico e um ensino voltado ao desenvolvimento da criticidade de acordo com as capacidades dos alunos, diferenciando-o dos demais níveis de ensino. Carvalho (2009) esclarece essa diferenciação do Ensino de Ciências desenvolvido nos anos iniciais do Ensino Fundamental, quando é preciso ensinar os

alunos a “fazer Ciências” e a “falar Ciências”, de modo que apreendam as diversas linguagens das Ciências através da introdução no mundo das Ciências:

Colocamos aspas no “fazer” e “falar” Ciências, pois estamos conscientes da distância que existe entre um aluno do curso fundamental ou médio e um cientista, entretanto essa visão de Ensino de Ciências como um processo de introdução dos alunos no mundo das Ciências permite-nos entender o porquê de os alunos sentirem-se, nas aulas de Física, como se fossem estrangeiros entrando em ‘um outro país’. A nossa proposta de Ensino de Ciências em geral e de Física em particular é que devemos entender o ensino e a aprendizagem das Ciências como um processo de enculturação científica, isto é, temos de levar os alunos a entender e a participar da cultura científica fazendo que eles pratiquem seus valores, suas regras e principalmente as diversas linguagens das Ciências (CARVALHO, 2009, p.73).

Essa dificuldade dos alunos em aprender conteúdos da disciplina no Ensino Médio pode já ser minimizada se as crianças desde pequenas tiverem contatos diferenciados com alguns conceitos, conforme reforça Chaves (2009, p.68):

Se a criança teve uma educação científica do tipo “mão na massa”, na adolescência estará apta a fazer experimentos envolvendo controle rigoroso das condições em que ocorrem os fenômenos e mensuração das observações. Estará também apta a formalizar matematicamente os fenômenos e suas leis.

No entanto, o objetivo do Ensino de Ciências não é apenas preparar os alunos para os demais níveis de escolaridade, mas sim prepará-los para interagir mais ativamente no mundo, por meio de uma proposta que integre os diversos saberes e os avanços tecnológicos de modo a desenvolver a educação científica. Goldemberg (2009) acrescenta que a educação científica deve ser construída na educação básica, por um processo dinâmico, que aconteça pelo uso das diferentes tecnologias e com base sólida em várias áreas.

Com o objetivo de oferecer uma educação em que a criança possa compreender o mundo que a rodeia, Ovigli e Bertucci (2009, p.195) ressaltam a importância de o Ensino de Ciências ser uma possibilidade para promoção da “alfabetização científica já nas séries iniciais, de modo que o educando possa refletir sobre o conhecimento científico de forma a realizar leituras de seu entorno social, no qual este conhecimento se faz cada vez mais necessário”.

2.1 Dificuldades para efetivação do Ensino de Ciências nos anos iniciais do Ensino Fundamental

Machado (2007) ressalta que, apesar de os resultados de avaliação da educação básica serem “sofríveis”, não podemos negar que existem experiências de qualidade na educação brasileira. No entanto, faz-se necessário avaliar quais são as dificuldades que impedem a disseminação destas práticas de qualidade na educação.

De acordo com Hamburger (2007), apesar do avanço educacional realizado nas últimas décadas, em que quase todas as crianças estão na escola, ainda falta muito para alcançar uma situação aceitável. Segundo este autor, o Ensino de Ciências precisa ser aperfeiçoado no Brasil, pois a gestão das redes escolares é deficiente, a formação de professores é insuficiente e os currículos e a metodologia precisam ser atualizados.

Durante a revisão bibliográfica, foram identificados muitos aspectos que dificultam o sucesso do Ensino de Ciências nos anos iniciais. Deste modo, abordaremos brevemente as principais dificuldades apontadas por alguns autores, as quais prejudicam a efetivação de um Ensino de Ciências capaz de possibilitar à criança a construção das explicações do mundo que a rodeia, de modo a favorecer a discussão de ideias e formação de conceitos (VIVEIRO; ZANCUL, 2014).

Nos anos iniciais do Ensino Fundamental, é comum que o aprendizado de Ciências Naturais tenha uma importância secundária, devido à exigência de um bom desempenho dos alunos nas áreas de Língua Portuguesa e Matemática (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990; FUMAGALLI, 1998; MIZUKAMI et al., 2002; NIGRO; AZEVEDO, 2011). Diante disso, o Ensino de Ciências Naturais é trabalhado principalmente de forma expositiva, centrado no professor, sem que haja um trabalho investigativo e autoral, existindo a necessidade de se desenvolver uma aprendizagem voltada para a pesquisa, investigação e criação na área de Ciências desde os anos iniciais.

Delizoicov e Angotti (1990, p.15) já alertavam para a prática estabelecida nos anos iniciais do Ensino Fundamental, a qual, devido à prioridade dada à alfabetização e à aritmética, deixa em “segundo plano os conteúdos de Ciências Naturais”, que além de necessários, também poderiam contribuir para o ensino das demais disciplinas. Fumagalli (1998) também ressalta o mesmo problema ao dizer que, apesar de já ser

reconhecida a importância social de se abordar o conhecimento científico e tecnológico na educação básica, na prática cotidiana:

[...] continua-se dando prioridade ao ensino das chamadas “matérias instrumentais” (matemática e linguagem). Portanto, o conhecimento científico e tecnológico é subestimado de fato em nossas escolas de nível fundamental, e seu ensino ocupa um lugar residual (FUMAGALLI, 1998, p.14).

Passadas algumas décadas, autores como Mizukami e colaboradores (2002) e mais recentemente Nigro e Azevedo (2011) continuam afirmando que existe uma ênfase no trabalho dos professores dos anos iniciais para as áreas de Língua Portuguesa e Matemática em detrimento das demais áreas de conhecimento.

Em sua pesquisa com professores envolvidos em um projeto de formação continuada de Ciências, Nigro e Azevedo (2011, p.705) constataram que os professores apresentam dificuldades em conciliar o “alto peso que é dado ao ensino de Língua Portuguesa” com as demais disciplinas, pois “muito esforço é despendido para o ensino de leitura-escrita”, gerando uma escassez de tempo para as demais disciplinas. Segundo os autores, “Fica claro que a disciplina Ciências disputa, portanto, espaço no ensino primário e está em desvantagem em relação à disciplina Língua Portuguesa” (2011, p.706). Na análise dos dados da pesquisa, estes autores verificaram que os professores consideram que a disciplina de Ciências poderia estar a serviço do ensino de Língua Portuguesa, no entanto, o contrário não foi considerado.

Esta situação evidencia a preocupação com a qualidade do Ensino de Ciências que é ministrado desde os anos iniciais da educação básica, restringindo o acesso dos alunos aos conhecimentos científicos. Nesse caso, a metodologia utilizada também tem sua relevância nesse processo.

Apesar de se identificar muitas práticas voltadas para um Ensino de Ciências mais prático e crítico, ainda existe uma predominância de uma didática voltada para a memorização de fatos, conceitos e descrições de fenômenos, sendo essa uma prática tradicionalmente vivenciada nas escolas (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990; LORENZETTI, 2000; NIGRO; AZEVEDO, 2011; SANTOS, 2007; MALAFAIA, 2008; CHAVES, 2009).

O conteúdo de Ciências Naturais nos anos iniciais muitas vezes é interpretado como uma lista de termos a serem memorizados, com regras sobre atitudes em prol do bem-estar individual (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990). Malafaia (2008) também alerta para o predomínio da memorização dos termos científicos e da

definição de conceitos, ao passo que deveria prevalecer a identificação de problemas e a elaboração de perguntas e de hipóteses.

Neste contexto, os alunos não conseguem fazer a relação entre o que estudam em Ciências e o seu cotidiano e, por isso, também entendem que “o estudo de Ciências se resume a memorização de nomes complexos, classificações de fenômenos e resolução de problemas por meio de algoritmos” (SANTOS, 2007, p.12).

Um dos motivos dessa ocorrência é o fato de o planejamento dos professores limitar-se muitas vezes ao livro didático. Lorenzetti (2000) relata que, quando são observados os planejamentos dos professores, muitas vezes é possível constatar que eles “representam uma cópia fiel dos conteúdos apresentados no livro didático adotado pela escola, orientando as atividades diárias de sala de aula”, tornando-se um “elemento limitador e uniformizador da aprendizagem” (LORENZETTI, 2000, p. 29).

No entanto, a insegurança do professor quanto ao desenvolvimento do conhecimento científico em sala de aula gera a utilização do livro didático como recurso de leitura ou realização dos exercícios propostos, fato que pouco contribuirá para uma relação significativa com as Ciências (MALACARNE; STRIEDER, 2009, p.76).

Diante disso, é necessário superar esse uso exclusivo dos livros por meio de uma relação dialógica e participativa por parte de todos os envolvidos no processo educacional. Para Zanon e Freitas (2007, p.101), é necessário:

[...] pensar na implementação de uma relação dialógica em sala de aula, expressa em oportunidades, pelas quais as múltiplas formas de pensar, encontradas em sala de aula – as do professor, dos colegas, dos livros, etc. –, entrem em contato umas com as outras para que possam dar sentido ao que aprendem.

Um outro olhar sobre o planejamento do professor foi dado por Nigro e Azevedo (2011), que, em sua pesquisa, verificaram que os objetivos elencados pelos professores para o Ensino de Ciências estão predominantemente relacionados ao ensino-aprendizagem de conceitos. Sobre esse problema, Lorenzetti ressalta que essa metodologia reforça a formação de alunos passivos, que apenas recebem o conhecimento do professor, impedindo-os de ter acesso a uma prática pedagógica que propicie a leitura, a sistematização das ideias e a aplicação dos conhecimentos,

de maneira que possa contribuir para o entendimento e funcionamento das coisas e do mundo (LORENZETTI, 2000).

Chaves (2009) também relata a importância de se rever o ensino por memorização, o qual ainda é disseminado nas escolas brasileiras, sendo necessária uma mudança para uma educação mais prática, em contato com a experimentação:

Além de empreender um vigoroso programa de educação em Ciências, é necessário que no Brasil se reveja profundamente a forma como a Ciência é ensinada. Temos uma enraizada tradição de educação livresca, excessivamente formal, na qual as pessoas acabam acreditando que saber o nome das coisas equivale a conhecê-las. A educação científica deve começar pelo contato da criança com os fenômenos da natureza, em situações simples em que ela possa alterar o ambiente ou as condições iniciais de um sistema natural e observar como ele se comporta (CHAVES, 2009, p.68).

Existe, assim, a necessidade de repensar o Ensino de Ciências Naturais, buscando promover a construção de conhecimentos, com práticas mais interativas, integradas e colaborativas, pois a aprendizagem não pode ser entendida como algo isolado, com conteúdos desconectados. Muitas vezes ocorrem práticas em que uma possível contextualização é abordada como pano de fundo para “encobrir a abstração excessiva de um ensino puramente conceitual, enciclopédico, de cultura de almanaque”, com cada vez mais conteúdos sendo acrescentados ao currículo, os quais são tratados como conhecimentos isolados, não dando condições para preparar os alunos para a vida social (SANTOS, 2007, p.4).

Para Lorenzetti (2000), no Ensino de Ciências não há uma coordenação interna na disciplina, na qual os alunos possam identificar uma sequência lógica de raciocínio, assim como também inexistente uma coordenação externa, entre as várias disciplinas do currículo. Dessa forma, não é possível para o aluno realizar uma análise das relações e aspectos comuns entre os conceitos estudados nas diversas áreas.

Práticas como essas tornam o Ensino de Ciências isolado das demais áreas de conhecimento, além de impedir uma relação entre os próprios conteúdos desenvolvidos na disciplina. Sobre esse aspecto, Ovigli e Bertucci (2009, p.206) ressaltam que o professor necessita refletir sobre as Ciências “enquanto cultura, fundamental à formação de todo cidadão”, desta forma, conseguirá fazer conexões entre o Ensino de Ciências e as demais áreas do conhecimento.

No documento “Ensino de Ciências: O Futuro em Risco”, publicado pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), são apresentados alguns problemas que impedem o desenvolvimento de um Ensino

de Ciências de qualidade nas escolas brasileiras, onde é evidenciado, dentre outros, o trabalho com Ciências experimentais, as quais são desenvolvidas sem relação com as experiências, deixando de despertar o interesse dos alunos (UNESCO, 2005).

No contexto do Ensino de Ciências, as atividades práticas favorecem a “utilização de equipamentos e instrumentos diversos, traduzindo as teorias em práticas”, porém, a falta de laboratório adequado torna-se justificativa para a não realização de aulas práticas (LORENZETTI, 2000, p.27).

Nos anos iniciais, o meio ambiente do entorno escolar ou até mesmo a sala de aula podem ser espaços propícios para o desenvolvimento de aulas práticas, conforme aponta Lorenzetti (2000, p.27):

No Ensino de Ciências Naturais nas Séries Iniciais, a sala de aula e o meio ambiente são espaços que podem ser ocupados para estas atividades. O local e os materiais são fatores de pouca relevância, mas o enfoque e a forma como serão apresentadas as atividades práticas contribuem para o desenvolvimento ímpar de aprendizagem significativa.

No entanto, essa dificuldade de desenvolvimento de aulas práticas não ocorre apenas pela limitação do espaço, mas, inclusive, pela falta de formação dos professores para trabalhar com aulas práticas, considerando que os professores, conforme ressalta Hamburger, “não se sentem preparados para realizar experimentos ou observações em classe com os alunos” (2007, p.96). Apesar de não ser a única responsável pela garantia do sucesso na educação, a formação dos professores pode ser considerada como um dos elementos fundamentais para a sua melhoria.

Vários avanços foram conquistados ao longo dos anos com as reformas educacionais. A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), de 1996, exigiu dos professores a formação em nível superior para toda a educação básica, desde o infantil até o médio. No entanto, ainda temos muitas mudanças necessárias para ser desenvolvidas, como aponta Hamburger (2007, p. 96):

[...] não há, atualmente, estrutura legal nem curso adequados para uma boa formação dos professores das séries iniciais, talvez os mais importantes na educação das crianças! Para o Ensino de Ciências, a situação não parece ter melhorado com a exigência de nível superior; os futuros professores continuam aprendendo muito pouca Ciência e têm dificuldade de tratar temas científicos em aula.

Os professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental, muitas vezes, contam com uma boa formação sobre metodologias e desenvolvimento infantil, no

entanto, estes saberes não são suficientes para ministrar conteúdos específicos de Ciências, pois falta-lhes um domínio crítico destes conteúdos (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990)

Essas lacunas na formação dos professores polivalentes geram dificuldades, insegurança e possível rejeição às disciplinas científicas (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990; LORENZETTI, 2000), ocasionando uma restrição do conteúdo abordado. Conforme ressalta Lorenzetti (2000, p.28): “Sente-se inseguro para trabalhar, com muitas dúvidas, reduzindo o seu conteúdo à memorização de regras de higiene, cuidados com o corpo e meio ambiente, entre outros”.

De acordo com Malacarne e Strieder (2009, p.76), os professores dos anos iniciais “possuem pouca ou nenhuma formação que os habilite a trabalhar com o ensino na disciplina de Ciências”, pois a carga horária para a formação em Ciências nos cursos de Pedagogia é muito baixa. Diante disso:

[...] a realidade de formação de professores, carente de reflexão sobre a Ciência e sobre o seu ensino, provoca uma grande insegurança quanto ao desenvolvimento do conhecimento científico em sala de aula; e resulta em um trabalho pouco ou nada inovador (MALACARNE; STRIEDER, 2009, p. 76).

Outro problema denunciado pelos autores no Ensino de Ciências é a priorização de temas associados à biologia em detrimento de outras áreas científicas, as quais também são “essenciais para a compreensão de fenômenos da natureza ou de aspectos da tecnologia” (MALACARNE; STRIEDER, 2009, p.76).

Considerar a aprendizagem dos fenômenos da natureza em seus diversos aspectos torna-se relevante porque os alunos já possuem uma vivência social que possibilita entender diversos conceitos científicos. Apesar de muitos destes conhecimentos terem uma ênfase no senso comum, eles devem ser aproveitados para contextualizar e aproximar o discurso escolar da vivência dos alunos, de modo a evitar um ensino descontextualizado da sociedade e trabalhado de forma dogmática (SANTOS, 2007). Isto porque a literatura aponta um descompasso entre o que se ensina em sala de aula e a realidade dos alunos, o que pode tornar as aulas de Ciências Naturais irrelevantes e sem significado, por não considerar os conhecimentos já construídos pelos educandos (LORENZETTI, 2000).

Lorenzetti (2000) ressalta a necessidade de os professores compreenderem que, ao ingressar na escola, o aluno já interagiu de formas variadas

com o meio físico e já construiu o seu universo de conhecimento. Sendo assim, é papel do professor reconhecer estes conhecimentos para desenvolver a sua prática pedagógica, de modo que os alunos possam fazer conexões críticas entre os conhecimentos sistematizados pela escola e os assuntos de suas vidas. “Os educadores devem propiciar aos alunos a visão de que a Ciência, como as outras áreas, é parte de seu mundo e não um conteúdo separado, dissociado da sua realidade” (LORENZETTI, 2000, p.69).

Santos (2007) chama a atenção para o equívoco existente sobre a contextualização no ambiente escolar, pois não pode ser entendida como “sinônimo de abordagem de situações do cotidiano, no sentido de descrever, nominalmente, o fenômeno com a linguagem científica”. Neste caso, não há uma exploração das dimensões sociais nas quais os fenômenos estão inseridos. Essa situação é ilustrada na fala de Santos (2007, p.4):

Assim, se ensinam nomes científicos de agentes infecciosos e processos de desenvolvimento das doenças, mas não se reflete sobre as condições sociais que determinam a existência de muitos desses agentes em determinadas comunidades. Da mesma forma, se ilustram exemplos do cotidiano de processos de separação de materiais como catação, mas não se discutem os determinantes e as consequências do trabalho desumano de catadores em lixões do Brasil.

Estes casos encobrem um ensino puramente conceitual, com conteúdos isolados que não preparam os estudantes para a vida social, pois a simples inclusão de questões do cotidiano não favorece a discussão de aspectos que são relevantes para a formação crítica dos estudantes. Essa formação vai muito além da simples capacidade de “nomear cientificamente fenômenos e materiais do cotidiano ou explicar princípios científicos e tecnológicos do funcionamento de artefatos do dia a dia” (SANTOS, 2007, p.5).

Para Santos (2007, p.5), um ensino contextualizado envolve os seguintes objetivos:

1) desenvolver atitudes e valores em uma perspectiva humanística diante das questões sociais relativas à Ciência e à tecnologia; 2) auxiliar na aprendizagem de conceitos científicos e de aspectos relativos à natureza da Ciência; e 3) encorajar os alunos a relacionar suas experiências escolares em Ciências com problemas do cotidiano. Com esses objetivos, a contextualização pedagógica do conteúdo científico pode ser vista com o papel da concretização dos conteúdos curriculares, tornando-os socialmente mais relevantes.

Para isso, faz-se necessário desenvolver uma proposta pedagógica que verdadeiramente agregue, ao conteúdo de Ciências, as questões sociais e políticas, podendo ocorrer, dentre outras formas, por meio do trabalho com CTSA.

2.2 Alfabetização científica

Todos os indivíduos estão inseridos em um contexto social, no qual convivem com questões relacionadas às Ciências, seja por um viés do senso comum, ou por notícias veiculadas na mídia. Estas questões, que envolvem a Ciência e suas implicações, estão relacionadas à alfabetização científica, a qual envolve habilidades que, de acordo com Lorenzetti (2000, p.90), são:

[...] fundamentalmente utilizadas na vida diária, na leitura de jornais, revistas, livros didáticos e técnicos, anúncios, rótulos, receitas médicas, entre outros. A leitura científica deve ocorrer de uma simples nota de um jornal até o entendimento de uma bula de remédio. Quando isso ocorre, pode-se afirmar que os alunos estão compreendendo os significados que os conceitos científicos apresentam, ampliando a sua cultura e utilizando-os na sua vida prática.

Segundo Lorenzetti e Delizoicov (2001), a alfabetização científica é uma atividade vitalícia, a qual, apesar de ser sistematizada no ambiente escolar, transpassa suas dimensões para os espaços educativos não formais. Cabe à escola auxiliar os alunos a avançar em seus níveis de alfabetização científica, sendo este um conhecimento fundamental para a vida em sociedade de todos os indivíduos.

A escola tem um importante papel para favorecer o aprofundamento dos conhecimentos relativos às questões que envolvem a Ciência, suas aplicações e implicações (LORENZETTI; VIECHENESKI; CARLETTTO, 2012). No entanto, a escola, sozinha, não consegue alfabetizar cientificamente seus alunos (LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001), sendo necessário considerar o papel fundamental de todas as instâncias da sociedade, em um processo que não se esgota no ambiente escolar, conforme ressalta Lorenzetti (2000, p.73):

A compreensão da alfabetização científica (..) parte do pressuposto que os alunos constroem diariamente, seja na escola ou fora dela, novos conhecimentos. A escola será o espaço formal que sistematizará estes conhecimentos, possibilitando a compreensão de seus significados, para que sejam assimilados e utilizados no contexto escolar e na vida do indivíduo, propiciando a construção de outros saberes.

Diante dessas questões, como a alfabetização científica é conceituada pelos teóricos?

Segundo Lorenzetti e Delizoicov (2001, p.4),

[...] a alfabetização científica é um processo que tornará o indivíduo alfabetizado cientificamente nos assuntos que envolvem a Ciência e a Tecnologia, ultrapassando a mera reprodução de conceitos científicos, destituídos de significados, de sentidos e de aplicabilidade.

Para Lorenzetti (2000), a alfabetização científica relaciona-se à mudança dos objetivos do Ensino de Ciências, em direção à formação geral da cidadania. Ela está relacionada ao

[...] processo de tomada de decisões, no qual se pressupõe que os indivíduos, possuindo um cabedal de conhecimentos científicos, farão melhores escolhas em sua vida diária. A alfabetização científica aumenta a capacidade para as pessoas lidarem racionalmente com decisões, porque se tomam capazes de identificar, compreender e agir para atuar como agente transformador na sociedade.

A alfabetização científica é, sem dúvida alguma, pelo menos nas modernas sociedades industriais, um direito humano absoluto, independentemente de suas condições econômicas, sociais e políticas, em que um determinado grupo de indivíduos estejam inseridos. Quanto mais as pessoas sabem sobre Ciência, mais eles percebem sua importância. (LORENZETTI, 2000, p.84)

Para Santos e Mortimer (2001), o letramento científico e tecnológico necessário para os cidadãos é “aquele que os prepara para uma mudança de atitude pessoal e para um questionamento sobre os rumos de nosso desenvolvimento científico e tecnológico” (2001, p.107).

Mesmo envolvendo todo esse caráter crítico e social, é possível desenvolver a alfabetização científica desde os anos iniciais de escolarização, antes de o aluno dominar o código escrito, podendo a alfabetização até mesmo auxiliar no processo de aquisição da leitura e escrita, propiciando condições para que os alunos possam ampliar a sua cultura (LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001).

O Ensino de Ciências e a iniciação à alfabetização científica nos anos iniciais, segundo Lorenzetti, Viecheneski e Carletto (2012, p.860), “favorecem a elaboração dos primeiros significados sobre o mundo, ampliando os conhecimentos dos alunos, sua cultura, e sua possibilidade de entender e participar ativamente na sociedade em que se encontra inserido”.

A alfabetização científica se caracteriza, assim, como uma estratégia de propiciar aos alunos uma atuação crítica e mais consciente nos diferentes contextos

em que a Ciências está inserida. Para que isso ocorra, faz-se necessário que o professor abandone práticas para “um Ensino de Ciências dogmático, acrítico, a-histórico e memorístico, que visa ao treinamento”, pois a educação científica deve “situar o ser humano no universo em que está inserido, instrumentalizando-o a compreender, a analisar, a discutir e a transformar o seu meio” (LORENZETTI, 2000, p.48). Dessa forma, o trabalho com a alfabetização científica nos anos iniciais deve envolver uma proposta que compreenda:

[...] o processo pelo qual a linguagem das Ciências Naturais adquire significados, constituindo-se um meio para o indivíduo ampliar o seu universo de conhecimento, a sua cultura, como cidadão inserido na sociedade. Estes conhecimentos adquiridos serão fundamentais para a sua ação na sociedade, auxiliando-o nas tomadas de decisões que envolvam o conhecimento científico (LORENZETTI, 2000, p.86).

Para que isso ocorra, o professor deve “propiciar iniciativas para que os alunos saibam como e onde buscar os conhecimentos que necessitam para a sua vida diária” por meio do desenvolvimento de atividades pedagógicas significativas, de modo que “os alunos possam entender e aplicar os conceitos científicos básicos nas situações diárias, desenvolvendo hábitos de uma pessoa cientificamente instruída” (LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001, p.7).

Para isso, faz-se necessário que o professor se preocupe tanto com o conhecimento científico que abordará, quanto com a abordagem que será utilizada para desenvolver estes conteúdos, de modo a propiciar ao aluno a leitura e compreensão do universo, conforme ressaltam Lorenzetti e Delizoicov (2001, p.8):

Pensar e transformar o mundo que nos rodeia tem como pressuposto conhecer os aportes científicos, tecnológicos, assim como a realidade social e política. Portanto, a alfabetização científica no Ensino de Ciências Naturais nas Séries Iniciais é aqui compreendida como o processo pelo qual a linguagem das Ciências Naturais adquire significados, constituindo-se um meio para o indivíduo ampliar o seu universo de conhecimento, a sua cultura, como cidadão inserido na sociedade.

Uma forma de propiciar esse trabalho da alfabetização científica, desde os primeiros anos do Ensino Fundamental, é desenvolver um trabalho que envolva práticas diversificadas, contemplando, por exemplo, a abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade(-Ambiente) (CTS/CTSA), privilegiando, conforme ressaltam Lorenzetti, Viecheneski e Carletto (2012, p.870):

[...] uma seleção de conteúdos que levem em conta a relevância de temas sociais e estratégias educacionais, orientadas para o desenvolvimento de capacidades ligadas à responsabilidade e educação em valores, de forma a colocar os aspectos éticos no mesmo nível de importância dos aspectos conceituais.

2.3 Caminhos para os processos de Alfabetização Científica em sala de aula: a perspectiva CTS/CTSA

Uma das estratégias viáveis para o desenvolvimento de uma aprendizagem contextualizada e mais próxima dos alunos nos anos iniciais é trabalhar o Ensino de Ciências através da abordagem CTS/CTSA. Segundo Santos (2007, p.2), o objetivo do Ensino de Ciências na educação básica é promover uma “educação científica e tecnológica dos cidadãos, auxiliando o aluno a construir conhecimentos, habilidades e valores necessários para tomar decisões responsáveis sobre questões de Ciência e Tecnologia na sociedade e atuar na solução de tais questões”. Deste modo, o trabalho com a abordagem CTSA propicia o desenvolvimento do aluno para atuar na sociedade em que vive, preparando-o para exercer a cidadania, favorecendo o desenvolvimento da alfabetização científica.

A abordagem CTSA surge em um contexto no qual a Ciência era vista como uma atividade neutra, de domínio exclusivo dos especialistas, passando ao estudo da Ciência e Tecnologia como processos sociais, entendendo que a Ciência não é neutra e o seu desenvolvimento está diretamente relacionado aos aspectos sociais, políticos, econômicos, culturais e ambientais (SANTOS; MORTIMER, 2001).

Trabalhar com abordagens que considerem as múltiplas relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTS/CTSA) propicia aos estudantes subsídios para uma leitura mais crítica do mundo em que vivem (AULER, 2011). Conforme aponta Auler (2002 apud MARANDINO, 2003, p.10):

[...] os currículos CTS no contexto brasileiro vêm cada vez mais enfatizando a necessidade de estimular a tomada de decisão sobre temas científicos e tecnológicos pela população, relacionada com processos de letramento científico e associada à formação de alunos/cidadãos capazes de exercer uma ação social responsável.

Para Santos e Mortimer (2001) e Santos (2007), um currículo com ênfase em CTS tem como principal objetivo a formação dos alunos para a tomada de decisão e para uma ação social responsável, o que envolve explicação científica, planejamento tecnológico, solução de problemas e tomada de decisão sobre temas

práticos com relevância social. Sendo assim, o currículo precisa abordar os conteúdos científicos dentro do seu contexto social, de modo que possa preparar os alunos para o exercício da cidadania.

Isso exige uma mudança de postura dos professores de Ciências, no sentido de incorporar às suas aulas, discussões sobre temas sociais, envolvendo os aspectos ambientais, culturais, econômicos, políticos e éticos relativos à C&T; atividades de engajamento social dos alunos, por meio de ações concretas; e a discussão dos valores envolvidos (SANTOS; MORTIMER, 2001, p.107).

Ainda sobre o currículo de Ciências dentro de uma abordagem CTSA, Auler (2011) relata sobre a necessidade de reinventar o currículo:

Currículo como uma construção marcada por intencionalidades, não um espaço neutro. Currículo significando caminho, trajetória. Um novo currículo, potencializador de um novo caminho, de um novo modelo de desenvolvimento social. Um currículo que busque a constituição e/ou o resgate de valores alternativos, democráticos e sustentáveis em oposição aos tecnocráticos/consumistas (AULER, 2011, p.9).

Sendo assim, de acordo com Contier e Marandino (2010) os estudos CTS envolvem fatores de natureza social, política ou econômica, os quais não estão relacionados apenas à Ciência e Tecnologia, pois também incluem as suas consequências éticas, ambientais e culturais.

De acordo com Santos (2007), para uma contextualização das questões CTS no currículo, é necessário envolver os aspectos sociocientíficos (ASC) em situações reais que possibilitem a discussão de conteúdos e conceitos científicos integrando as questões ambientais, econômicas, sociais, políticas, culturais e éticas. Este autor esclarece a inclusão de questões ambientais no currículo CTSA, ao esclarecer que o objetivo principal dos currículos CTS é “o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão” e diferencia o objetivo principal do movimento CTSA ao dizer que ele “acrescenta aos propósitos de CTS a ênfase em questões ambientais, visando a promoção da educação ambiental” (SANTOS, 2007, p.2). Sendo assim, esse autor relata a importância da discussão dos aspectos sociocientíficos articulada aos conteúdos científicos e ao seu contexto, pois permite que os alunos:

[...]compreendam o mundo social em que estão inseridos e desenvolvam a capacidade de tomada de decisão com maior responsabilidade, na qualidade de cidadãos, sobre questões relativas à Ciência e à tecnologia. Em uma perspectiva CTSA, essa discussão envolverá também atitudes e valores comprometidos com a cidadania planetária em busca da preservação ambiental e da diminuição das desigualdades econômicas, sociais, culturais e étnicas (SANTOS, 2007, p.6).

Segundo Marandino (2003) no contexto brasileiro, os currículos CTS enfatizam:

a necessidade de estimular a tomada de decisão sobre temas científicos e tecnológicos pela população, relacionada com processos de letramento científico e associada à formação de alunos/cidadãos capazes de exercer uma ação social responsável (p.10).

Para Carvalho (2009), o conteúdo no Ensino de Ciências, desenvolvido nos anos iniciais, deve transmitir as conquistas feitas pela humanidade em Ciência & Tecnologia, trabalhando com o cotidiano altamente tecnológico e aproximando os alunos do mundo científico, o qual gera essa tecnologia. Neste contexto, as atividades desenvolvidas precisam “criar espaço para que os alunos aprendam a argumentar cientificamente, aprendam a ler e a fazer as respectivas traduções entre as linguagens utilizadas nas Ciências” (p.76).

Marandino (2003) ressalta alguns pressupostos que são base para um ensino na perspectiva CTS dentro do contexto escolar:

[...] relacionar a Ciência com as aplicações tecnológicas e os fenômenos na vida cotidiana; abordar o estudo daqueles fatos e aplicações científicas que tenham uma maior relevância social; abordar as implicações sociais e éticas relacionadas ao uso da ciência e do trabalho científico; e adquirir uma compreensão da natureza da ciência e do trabalho científico (p. 9).

Apesar de as mudanças de atitudes ser um objetivo marcadamente mencionado pelos autores no desenvolvimento do trabalho com CTSA, ele é um processo muito complexo, pois, conforme afirma Santos (2001), “aparentemente, não há uma correspondência direta unilateral entre as atitudes desenvolvidas nos cursos CTS e a participação dos alunos em questões sociais na vida diária”, fazendo-se necessário considerar os conhecimentos que os alunos já possuem, além de apresentarem “personalidade e atitudes características que os dispõem para a ação”, sendo essa última, uma característica que “transcende o trabalho educacional da escola”.

No entanto, é papel da escola promover oportunidades para que o aluno possa avançar na sua formação, considerando que a escola não é o único espaço de formação, porém é um dos importantes espaços para a viabilização de uma formação mais crítica dos alunos. Sendo assim, para a efetivação desta proposta, faz-se necessário que o professor assuma um “papel de mediador entre o conhecimento científico e os alunos, consolidando sua prática na relação dialógica, na valorização dos saberes prévios dos alunos e na busca constante da inter-relação entre os conteúdos escolares e o cotidiano dos estudantes” (LORENZETTI; VIECHENESKI; CARLETTO, 2012, p.861). Deste modo, há que se considerar toda a formação que envolve os diversos contextos sociais e culturais que o aluno vivencia.

Para que se efetive a viabilização dessa inter-relação dos saberes prévios e o cotidiano dos alunos com a prática escolar, dentro da perspectiva CTS/CTSA, é possível propor um trabalho com exploração de diversos recursos, envolvendo, inclusive, as tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

Santos e Mortimer (2001) relacionam algumas estratégias que podem ser utilizadas para o trabalho com CTS, como soluções de problemas, jogos de simulação, projetos individuais e em grupo, estudo de caso, construção de modelos de artefatos tecnológicos, uso de fatos da história das Ciências, discussão de vídeos que envolvem questões científicas e tecnológicas, dentre outros.

Viveiro e Zancul (2014) relatam a importância de explorar e incentivar a consulta a diferentes fontes bibliográficas e recursos digitais, como livros paradidáticos, softwares livres, simuladores e sites diversos. Lorenzetti e Delizoicov (2001, p.9), por sua vez, destacam, dentre outras atividades:

[...] o uso sistemático da literatura infantil, da música, do teatro e de vídeos educativos, reforçando a necessidade de que o professor pode, através de escolha apropriada, ir trabalhando os significados da conceituação científica veiculada pelos discursos contidos nestes meios de comunicação; explorar didaticamente artigos e demais seções da revista *Ciência Hoje das Crianças*, articulando-os com aulas práticas; visitas a museus; zoológicos, indústrias, estações de tratamento de águas e demais órgãos públicos; organização e participação em saídas a campo e feiras de Ciências; uso do computador e Internet no ambiente escolar.

Diante disso, as novas tecnologias em muito favorecem esse processo, pois o uso das diversas TDIC facilita o acesso a diversos recursos midiáticos, além de jogos, simulações, internet, entre outros, os quais “podem contribuir para a socialização, na ampliação das experiências e do conhecimento que as crianças

constroem do mundo, contribuindo para a ampliação da cultura” (LORENZETTI, 2000, p.130).

As tecnologias digitais podem favorecer este processo de ensino e aprendizagem, integrando-se ao currículo escolar e utilizando o letramento midiático para desenvolver a capacidade de transformar as informações adquiridas em novos conhecimentos, propiciando, assim, um Ensino de Ciências que vá além das práticas que reproduzem um ensino tradicional e meramente receptivo.

As práticas com o uso contextualizado das TDIC dentro de uma perspectiva CTSA podem ser potencializadas por meio de uma organização metodológica do trabalho pedagógico, a qual pode ser estruturada em três momentos pedagógicos, conforme propõem Delizoicov e Angotti (1990), Lorenzetti (2000), Lorenzetti e Delizoicov (2001), Lorenzetti, Viecheneski e Carletto (2012): problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento.

De acordo com Lorenzetti, Viecheneski e Carletto (2012, p. 865), “o objetivo dessa prática é a promoção da superação do nível de consciência dos alunos para dar entrada a outros conhecimentos – os científicos”, colocando “os alunos frente a questões que envolvem a Ciência, a tecnologia e a sociedade, buscando tecer relações entre essas e o seu cotidiano”.

No primeiro momento, ou, na problematização inicial, são apresentadas questões ou situações para discussão, cujo objetivo é, além de motivar e introduzir o assunto, fazer relações entre os conteúdos e as diversas situações reais vivenciadas pelos alunos, mas que ainda não dispõem de conhecimentos científicos suficientes para realizar uma interpretação correta.

Para esse momento, a postura do professor precisa voltar mais para a realização de questionamentos do que fornecer respostas ou explicações (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990).

A problematização inicial é um momento de fundamental importância, tanto para o professor como para o aluno. Ao organizar as informações e explicações que estariam sendo apresentadas, os professores passariam a apreendê-las e entendê-las, como um conhecimento proveniente do senso comum e as experiências vividas, para, então, poderem problematizá-las (LORENZETTI, 2000).

Como exemplo de problematização inicial, Lorenzetti, Viecheneski e Carletto (2012) citam a apresentação de questões para discussão coletiva, em que o professor instiga os alunos para expor suas ideias, confronta opiniões e desafia os

alunos para revelar suas concepções espontaneamente, sendo registradas coletivamente as respostas dos alunos, de modo que possam ser retomadas ao final do trabalho, realizando comparações com os novos conhecimentos.

[...] o ponto culminante dessa problematização é fazer com que o aluno sinta a necessidade da aquisição de outros conhecimentos que ainda não detém, ou seja, procura-se configurar a situação em discussão como um problema que precisa ser enfrentado (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2009, p. 200).

Na organização do conhecimento, ou seja, no segundo momento, “o conhecimento em Ciências Naturais necessário para a compreensão do tema e da problematização inicial será sistematicamente estudado” (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990, p. 55).

Neste momento, o conteúdo deve ser preparado e orientado pelo professor “para que o aluno possa compreender os conceitos, definições e relações que o conhecimento científico comporta, para ir além”. Para isso, o professor “poderá desenvolver as mais variadas atividades, a favor de que o aluno possa desenvolver a conceituação identificada como fundamental para a compreensão científica das situações problematizadas” (LORENZETTI; VIECHENESKI; CARLETTO, 2012, p. 865-866).

Para esse momento de organização do conhecimento, Lorenzetti, Viecheneski e Carletto (2012) exemplificam sugerindo a organização de uma sequência de atividades que ofereça ao aluno a possibilidade de aprender os conteúdos considerados necessários para compreender as situações levantadas no primeiro momento. Ressaltam a importância de promover um ambiente interativo, rico e com estratégias diversificadas:

Nesse sentido, sugerem-se atividades em pequenos grupos de trabalho, em duplas e também atividades coletivas, que envolvam a discussão com todo o grupo, o uso de diferentes gêneros textuais relacionados ao tema, pesquisas, visitas, entre outras formas de busca de informações (LORENZETTI; VIECHENESKI; CARLETTO, 2012, p. 867).

O terceiro momento, ou a aplicação do conhecimento, aborda “sistematicamente o conhecimento que vem sendo incorporado pelo aluno, para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinam o seu estudo, como outras situações [...] que são explicadas pelo mesmo conhecimento (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990, p. 55).

Este momento prevê, de acordo com Lorenzetti, Viecheneski e Carletto (2012), a capacitação dos alunos para empregar os conhecimentos, articulando a conceituação científica com situações reais, constituindo-se em um momento de desenvolvimento da alfabetização científica “quando os alunos têm a oportunidade de transcender os conhecimentos construídos para outros assuntos e também para outras disciplinas” (LORENZETTI, 2000, p. 112).

Como exemplificação da aplicação do conhecimento, Lorenzetti, Viecheneski e Carletto (2012) propõem o desenvolvimento de atividades que possibilitem uma síntese do conteúdo trabalhado, retomada e análise das questões iniciais, comparando-as com os conhecimentos atuais.

Para que o professor possa valorizar os momentos de aprendizagem e interação, realizando uma mediação pontual, faz-se necessária uma compreensão de como se dá o desenvolvimento da aprendizagem dos alunos nos anos iniciais. Abordaremos este assunto a seguir.

3. O desenvolvimento da aprendizagem nos anos iniciais do Ensino Fundamental

Entende-se que o desenvolvimento da aprendizagem nos anos iniciais da educação básica depende de um processo não apenas de desenvolvimento e maturação intelectual, mas, inclusive, das relações sociais, nas quais o desenvolvimento humano se dá na relação de trocas entre parceiros sociais e o seu ambiente, por processos de interação e mediação, conforme defende a abordagem sociointeracionista de Vigotski.

Vigotski critica a necessidade de o aprendizado estar associado ao nível de desenvolvimento da criança, ressaltando que “não podemos nos limitar meramente à determinação de níveis de desenvolvimento, se o que queremos é descobrir as relações reais entre o processo de desenvolvimento e a capacidade de aprendizado” (2007, p. 95).

Dessa forma, valorizamos o desenvolvimento da aprendizagem pela interação do sujeito com o meio social, por meio de um desenvolvimento mediado por outros indivíduos. Pois, conforme afirma Fiorin (2006), é na interação social com os indivíduos, com o meio, instrumentos e signos do mundo, que o conhecimento cultural é construído.

Tomando como pressuposto a afirmação de Vigotski de que “o aprendizado das crianças começa muito antes de elas frequentarem a escola” e que “qualquer situação de aprendizado com a qual a criança se defronta na escola tem sempre uma história prévia” (2007, p.94), partimos do conhecimento previamente elaborado pelos estudantes para prosseguir na construção de novos conhecimentos, ou seja, os conhecimentos cientificamente elaborados.

Em busca dessa relação entre aprendizado e desenvolvimento, Vigotski determina dois níveis de desenvolvimento, os quais denomina de desenvolvimento real e o desenvolvimento potencial, que são intermediados pela zona de desenvolvimento proximal. Para Vigotski, o desenvolvimento mental de uma criança somente pode ser determinado se estes níveis forem revelados (VIGOTSKI, 2007, p. 98).

O primeiro é o nível de desenvolvimento real, caracterizado como o “nível de desenvolvimento das funções mentais da criança que se estabeleceram como

resultado de certos ciclos de desenvolvimento já completados” (VIGOTSKI, 2007, p. 95-96). Este nível corresponde às atividades que as crianças conseguem solucionar com autonomia, ou ainda, o nível que “define funções que já amadureceram, ou seja, os produtos finais do desenvolvimento” (VIGOTSKI, 2007, p. 97).

O segundo refere-se ao nível de desenvolvimento potencial, determinado “através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes” (VIGOTSKI, 2007, p. 97).

Entre um nível e outro temos a zona de desenvolvimento proximal (ZDP), que corresponde à distância entre o nível de desenvolvimento real e o nível de desenvolvimento potencial. “A zona de desenvolvimento proximal define aquelas funções que ainda não amadureceram, mas que estão em processo de maturação, funções que amadurecerão, mas que estão presentemente em estado embrionário” (VIGOTSKI, 2007, p. 98). Em outras palavras, Vigotski descreve que “aquilo que é a zona de desenvolvimento proximal hoje será o nível de desenvolvimento real amanhã” ou ainda, “aquilo que uma criança pode fazer com assistência hoje, ela será capaz de fazer sozinha amanhã” (2007, p. 98).

Para Vigotski (2007, p. 98):

A zona de desenvolvimento proximal provê psicólogos e educadores de um instrumento através do qual se pode entender o curso interno do desenvolvimento. Usando esse método podemos dar conta não somente dos ciclos e processos de maturação que já foram completados, como também daqueles processos que estão em estado de formação, ou seja, que estão apenas começando a amadurecer e a se desenvolver. Assim, a zona de desenvolvimento proximal permite-nos delinear o futuro imediato da criança e seu estado dinâmico de desenvolvimento, propiciando o acesso não somente ao que já foi atingido através do desenvolvimento, como também aquilo que está em processo de maturação.

No ambiente escolar, a ZDP pode ser favorecida pela elaboração de aulas diversificadas, que envolvam os estudantes em um ambiente culturalmente estruturado de forma a proporcionar estímulos para o desenvolvimento da ZDP, conforme ressalta Valsiner (1988, p. 147):

A ZDP pode ser construída não apenas pelos esforços propositais de quem instrui uma criança, mas também pela estruturação cultural do ambiente, de tal maneira que a criança em desenvolvimento é, a qualquer tempo, guiada por seu ambiente no uso de elementos ambientais que estão correntemente na ZDP.

Dessa forma, a aprendizagem envolve tanto as relações sociais quanto o meio em que a criança está inserida, e o ambiente escolar é um local propício para o desenvolvimento da ZDP, desde que ele seja devidamente organizado, conforme ressalta Vigotski (2007, p. 103):

[...] um aspecto essencial do aprendizado é o fato de ele criar a zona de desenvolvimento proximal; ou seja, o aprendizado desperta vários processos internos de desenvolvimento, que são capazes de operar somente quando a criança interage com pessoas em seu ambiente e quando em cooperação com seus companheiros. Uma vez internalizados, esses processos tornam-se parte das aquisições do desenvolvimento independente da criança. Desse ponto de vista, aprendizado não é desenvolvimento; entretanto, o aprendizado adequadamente organizado resulta em desenvolvimento mental e põe em movimento vários processos de desenvolvimento que, de outra forma, seriam impossíveis de acontecer (2007, p. 103).

Nesse sentido, é importante que o professor favoreça o desenvolvimento mental dos alunos por meio de uma metodologia que propicie a interação e o relacionamento interpessoal, criando um ambiente propício para o desenvolvimento das aprendizagens. Candela (1998) chama a atenção para a importância de analisar, em um ambiente de aprendizagem, as condições de interação que são desenvolvidas coletivamente e como elas são aproveitadas para construir significados. Isso implica, ao professor, o desenvolvimento da capacidade de “planejar mudanças qualitativas no ensino em direção a determinada meta” (HEDEGAARD, 2013, p. 224).

Para Hedegaard, essa é a principal característica do ensino, criar a zona de desenvolvimento proximal, por meio da estimulação de processos internos de desenvolvimento. Dessa forma, a zona de desenvolvimento proximal torna-se “uma ferramenta analítica necessária para planejar o ensino e explicar seus resultados” (HEDEGAARD, 2013 p. 200).

E como integrar esse planejamento, aproximando os saberes prévios dos alunos aos saberes científicos? Para Vigotski (2001), com o desenvolvimento da aprendizagem por meio das interações sociais, a aprendizagem dos conteúdos científicos transforma os conceitos espontâneos, ou conhecimentos prévios, organizando-os sistematicamente, o que favorece o avanço do estudante aos mais elevados níveis de desenvolvimento.

De acordo com Hedegaard (2013, p. 201), a relação entre aprendizagem e desenvolvimento ocorre quando:

[...] os conceitos corriqueiros são desenvolvidos espontaneamente numa relação dialética com os conceitos científicos, que são mediados pelo ensino. No entanto, se os conceitos científicos não forem incluídos, todo o desenvolvimento da criança será afetado.

Dessa forma, o ensino deveria favorecer a criação das zonas de desenvolvimento proximal por meio do envolvimento dos estudantes com atividades variadas, possibilitando a relação dos conceitos científicos com os conceitos espontâneos, propiciando aos estudantes novas possibilidades de ação (HEDEGAARD, 2013, p. 210). Além disso, o respeito aos conhecimentos prévios dos estudantes, muitas vezes carregados de senso comum, deve ser um ponto a ser relevado.

Sendo assim, caberá ao professor criar possibilidades de interação dos alunos, em que o professor não tenha a função de transferir conhecimento, mas sim de oferecer oportunidades para os alunos construírem seus conhecimentos (FREIRE, 2009).

Essa construção de conhecimento pode ser ainda mais potencializada, quando estiver associada a uma melhoria coletiva de ideias, pela criação de recursos que favoreçam o aumento da probabilidade de o que a comunidade realiza possa ser maior do que a soma das contribuições individuais (SCARDAMALIA; BEREITER, s.d.). Nesse contexto, a construção do conhecimento resulta na melhoria das ideias disponíveis, por meio de um esforço deliberado para aumentar o capital cultural da sociedade.

Segundo Scardamalia e Bereiter (s.d.), é na construção do conhecimento que as ideias são tratadas como objetos de investigação, por meio de um contínuo processo de criação, desenvolvimento e melhoria de ideias, não se limitando apenas à educação.

No contexto escolar, os mesmos autores ressaltam a importância de engajar os alunos em todo o processo de criação do conhecimento, e não apenas desenvolver determinadas atividades que eventualmente favorecem a sua construção.

Faz-se necessário o estímulo à capacidade criadora, proposto por Freire (2009), deflagrando no estudante uma curiosidade crescente, de modo a torná-lo cada vez mais criador.

Uma das estratégias que podem potencializar esse potencial de criatividade e construção coletiva de conhecimentos é a utilização dos recursos

disponibilizados pelas novas tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC). No entanto, não basta utilizá-las apenas como recursos de exploração. As tecnologias possuem um potencial de criação, proposto pelo trabalho com linguagem de programação na educação, em que o computador é entendido como uma máquina a ser ensinada e o aluno como protagonista. A teoria que embasa essa proposta é o construcionismo, sobre o qual discutiremos a seguir.

3.1 O construcionismo

O construcionismo é descrito por Burd (1999, p. 53) como “um conjunto de ideias (ou uma teoria) que estuda o desenvolvimento e o uso da tecnologia, em especial, do computador, na criação de ambientes educacionais”, que vai além do aspecto cognitivo ao incluir as relações sociais e afetivas da educação.

Para Alimisis e Kynigos (2009), o construcionismo pode ser visto como um caso especial de aprendizagem em situações em que criamos ou manipulamos um objeto, de modo que o pensamento possa ser manifestado, ou seja, tornado público.

De acordo com Papert (2008), o construcionismo sugere duas mudanças significativas no ensino: “ensinar de forma a produzir a maior aprendizagem a partir do mínimo no ensino”, enquanto que a outra mudança ele explica por um provérbio africano: “se um homem tem fome, você pode dar-lhe um peixe, mas é melhor dar-lhe uma vara e ensiná-lo a pescar” (p. 134).

Dessa forma, “o construcionismo é construído sobre a suposição de que as crianças farão melhor descobrindo (“pescando”) por si mesmas o conhecimento específico de que precisam” (PAPERT, 2008, p. 135) e, ainda, ressalta a necessidade de possuir bons instrumentos e águas férteis para favorecer a pesca, ou seja, computadores e propostas ricas de atividades. Sobre esse ambiente propício à aprendizagem, Burd (1999, p. 54) ressalta a necessidade de um ambiente acolhedor que motive o aprendiz a continuar aprendendo, “um ambiente rico em materiais de referência, que incentive a discussão e a descoberta e que respeite as características específicas de cada um”.

Papert (2008) ressalta a importância do uso dos computadores na aprendizagem de Ciências ao afirmar que “o computador, de um modo simples, porém muito significativo, amplia a gama de oportunidades para o engajamento [...] em atividades com conteúdo científico e matemático” (p.140).

Para esse engajamento se efetivar, o uso do computador não pode ser entendido como uma simples ferramenta. Quando as atividades se limitam ao uso de programas prontos, para uma simples visualização ou execução de exercícios meramente mecânicos, podemos dizer que o computador está sendo utilizado como uma ferramenta. No entanto, propostas que envolvem a criação de novos recursos pela programação superam esse uso do computador como ferramenta, conforme afirma Papert (2008, p. 153):

[...] um processador de textos é considerado uma ferramenta; também o é um programa que permite que se estude ecologia por meio de simulações e, também, programas para se utilizar o computador como uma calculadora. Todo professor sabe que um bom modo de aprender um assunto é dar um curso sobre ele; sendo assim, meio de brincadeira, sugeri que uma criança poderia obter um pouco do mesmo tipo de benefício "ensinando", ou seja, programando o computador.

Neste contexto, entende-se que um uso significativo do computador não está meramente em uma proposta em que o computador passe alguma instrução ao aluno, mas sim, em oportunidades em que a criança possa programar e ter domínio sobre a tecnologia:

Em muitas escolas, atualmente, a frase "instrução ajudada por computador" (computer-aided-instruction) significa fazer com que o computador ensine a criança. Pode-se dizer que o computador está sendo usado para "programar" a criança. Na minha perspectiva, é a criança que deve programar o computador e, ao fazê-lo, ela adquire um sentimento de domínio sobre um dos mais modernos e poderosos equipamentos tecnológicos e estabelece um contato íntimo com algumas das ideias mais profundas da Ciência, da matemática e da arte de construir modelos intelectuais (PAPERT, 1985, p. 17-18).

Um exemplo citado por Papert (2008) de como a programação favorece a aprendizagem de outros conceitos relaciona-se ao caso de um jogo criado por dois estudantes do ensino médio que recentemente haviam tirado suas carteiras de motorista. Eles utilizaram o ambiente LOGO⁶ para programar carros movimentando-se em uma estrada. Inseriram dezenas de Tartarugas⁷ e escreveram um simples programa para cada carro, o qual consistia em duas regras: o carro deveria reduzir a marcha sempre que percebesse outro carro na sua frente, caso contrário, aumentaria

⁶ LOGO é uma linguagem computacional criada por Papert para ensinar as crianças a programar. É utilizado para comunicação com a Tartaruga.

⁷ A Tartaruga é um objeto visual de programação no ambiente Logo, consiste em um animal cibernético, controlado pelo computador, criada para ser fácil de programar e com o intuito de desenvolver o raciocínio lógico.

a velocidade. Quando executaram o programa, os carros aglomeraram-se gerando um congestionamento, o qual surgiu das interações dos carros individuais. Os estudantes, por sua vez, perceberam que isso deveria ter uma causa, a qual é explicada por Papert da seguinte maneira:

[...] reconheceram a natureza auto organizadora do congestionamento de tráfego apenas porque eles mesmos escreveram o programa. Se estivessem usando uma simulação pronta, um pacote tecnológico, eles não teriam tido meios de conhecer a elegante simplicidade do programa subjacente ao congestionamento (PAPERT, 2008, p. 187-188).

A utilização de linguagens de programação adequadas para o universo infantil viabiliza o ensino de programação, como ressalta Papert (1985, p. 18) ao dizer que “programar significa, nada mais, nada menos, comunicar-se com o computador numa linguagem que tanto ele (máquina) quanto o homem podem entender”. Papert (1985) defende que a proposta de uso dos computadores deve ocorrer de uma forma que torne natural a aprendizagem da programação (comunicação entre o indivíduo e o computador) e que essa comunicação possa transformar a maneira como as aprendizagens acontecem, de forma que o computador se torne um interlocutor das diferentes disciplinas escolares.

O uso constante do computador como uma mera ferramenta é criticado por Papert (1985, p. 35):

Na maioria das situações educacionais contemporâneas em que crianças são postas em contato com computadores, o computador é usado para fornecer-lhes informações respeitando-se ritmo e características individuais de cada criança, e para prover atividades dentro de um nível apropriado de dificuldade. É o computador programando a criança.

Porém, quando o professor propõe o uso de programas destinados à programação para crianças, a situação se inverte:

[...] a criança, mesmo em idade pré-escolar, está no controle – a criança programa o computador. E ao ensinar o computador a “pensar”, a criança embarca numa exploração sobre a maneira como ela própria pensa. Pensar sobre modos de pensar faz a criança tornar-se um epistemólogo, uma experiência que poucos adultos tiveram (PAPERT, 1985, p. 35)

O trabalho com programação pode influenciar não apenas a maneira como ensinamos as crianças, mas, “muito mais fundamentalmente, a maneira como nossa cultura como um todo pensa sobre conhecimento e aprendizagem” (PAPERT, 1985, p. 59).

Diante disso, a educação construcionista busca construir situações concretas para desenvolver o aprendizado de conteúdos específicos. De acordo com Burd (1999, p. 72), na “educação construcionista, o educador não ensina; ele constrói micromundos, ou ambientes propícios para o aprendizado”. Para que isso seja possível, ele relata algumas características (BURD, 1999, p. 72):

- os novos conceitos sejam aprendidos através da construção de produtos significativos e de utilidade imediata para os aprendizes;
- os aprendizes possam explicitar ideias, executá-las e refletir sobre os conceitos e as estratégias adotadas;
- sejam usados materiais que, além de familiares e atraentes para o aprendiz, sejam representativos dos conceitos fundamentais do tópico sendo estudado;
- estes fundamentos sejam enfatizados por um tema e estejam ao alcance de serem manipulados direta ou indiretamente pelo aprendiz;
- o aprendiz possa seguir seu próprio ritmo e estilo; e
- onde o trabalho seja compartilhado, reconhecido e incentivado, genuinamente, pela comunidade.

Dessa forma, entende-se que, em um ambiente construcionista, o professor assume um papel de facilitador, criando um ambiente propício para a aprendizagem, em que o aluno segue seu ritmo próprio, por meio de construções significativas, com materiais acessíveis que propiciarão a construção de materiais significativos, os quais serão compartilhados.

Essa estratégia está intimamente relacionada com a atual discussão sobre aprendizagem criativa. Compreendendo que no mundo atual cotidianamente aparecem novos desafios e problemas inesperados para serem resolvidos, as exigências nas formações dos indivíduos sofrem constantes modificações. Não basta apenas que os alunos aprendam a utilizar tecnologias, decorar conceitos ou fórmulas, ou seja, apenas deter conhecimento deixou de ser o essencial.

De acordo com Resnick (2014), é necessário que as crianças aprendam a desenvolver soluções inovadoras para os problemas inesperados que surgirão em suas vidas, desenvolvendo a capacidade de pensar e agir de maneira criativa, aprendendo a usar o conhecimento com criatividade.

Para exemplificar melhor esse processo, Resnick (2014) descreveu a abordagem da aprendizagem criativa, baseada em quatro elementos fundamentais, denominado de "Quatro P da Aprendizagem Criativa", os quais são:

- *Projects* (Projetos). Aprendemos melhor quando trabalhamos ativamente em projetos significativos, criando novas ideias e desenvolvendo protótipos.

- *Peers* (Parcerias). O aprendizado prospera quando aliado a uma atividade social, pelo compartilhamento de ideias e colaboração em projetos.

- *Passion* (Paixão). Quando as pessoas desenvolvem projetos pelos quais têm interesse, elas envolvem-se mais, persistindo diante dos desafios, o que acarreta em novas aprendizagens durante o processo.

- *Play* (Pensar brincando). Aprender envolve experiências divertidas, pela manipulação de materiais novos e diferentes, envolve também testar limites e assumir riscos.

Resnick (2014) afirma que esses quatro P foram inspirados na abordagem Construcionista, a qual enfatiza o valor da criação de projetos significativos para os alunos, de maneira divertida e colaborativa.

De acordo com a aprendizagem criativa, cabe analisar o uso das tecnologias na educação, com um olhar para promover um aprendizado significativo e criativo.

4. Tecnologias na educação

O potencial pedagógico das novas tecnologias, apesar de ser reconhecido, ainda carece de aprofundamento nas práticas pedagógicas. Muitos estudantes têm mais acesso às tecnologias nos ambientes externos do que é proporcionado no ambiente escolar. Isso causa um distanciamento do ambiente escolar em relação à realidade social, conforme relata Buckingham (2010, p. 44):

A maioria das aulas formais de ICT [Information and Communication Technologies] abrange apenas rudimentos de recuperação de informações, junto com processamento de texto e planilhas eletrônicas simples. Alguns professores dão temas de casa relacionados à web, mas estes, no geral, são restritos à visita de sites sugeridos. É claro que há boas razões para tais limitações, mas não é de se surpreender que muitas crianças considerem maçante e frustrante este uso das ICTs nas escolas (LEVIN; ARAFEH, 2002; SELWYN, 2006). Em comparação com as complexas experiências multimídia que algumas crianças têm fora da escola, muitas das atividades em sala de aula parecem desestimulantes. Os alunos com Internet em casa têm a tendência, como usuários dessa tecnologia, de desenvolver um forte senso de autonomia e autoridade, e é exatamente isso que lhes é negado na escola.

Almeida e Valente (2012) reforçam a necessidade de se desenvolver práticas de web currículos, em que as tecnologias estejam imbricadas no desenvolvimento do currículo em atividades pedagógicas, de modo que estes recursos sejam utilizados no processo de aprendizagem, extrapolem as fronteiras da sala de aula, superando os currículos apresentados apenas nos livros e estabelecendo relações com as práticas cotidianas nos diversos espaços de saber que envolvem a sociedade. Nesta mesma linha, estes autores, em outro estudo, abordam a necessidade de se fazer a integração da tecnologia ao currículo com base nas facilidades oferecidas pela Web 2.0, em um contexto no qual a convergência das trajetórias das tecnologias e do currículo é totalmente viável (ALMEIDA; VALENTE, 2012).

A sociedade atual requer que a escola ensine seus alunos a compreender e a pensar, para que possam ser bem-sucedidos nessa era de constante transformação e desenvolvimento tecnológico (WISKE et al., 2007).

Buckingham (2007) ressalta a necessidade de os alunos terem um conhecimento crítico dos meios digitais, de forma que as TIC não se tornem um mero instrumento de informação:

Da mesma forma, se quisermos usar jogos de computador ou a Internet ou outras mídias digitais para ensinar, precisamos capacitar os alunos para entender e criticar esses meios: não podemos considerá-los simplesmente como meio neutro de fornecer informações e não devemos usá-los de uma forma meramente funcional ou instrumental (BUCKINGHAM, 2007, p. 323 – tradução nossa).

Neste contexto, as tecnologias podem se tornar fundamentais para uma transformação no modo de ensinar e aprender. No entanto, para que essa integração da tecnologia ao currículo seja efetiva, faz-se necessário rever as práticas pedagógicas que favorecem essa integração, de modo que as tecnologias não sejam utilizadas apenas como uma forma diferenciada de transmitir informações. O potencial das tecnologias pode ser aproveitado por uma abordagem na qual os alunos não apenas as consumam, mas que possam criar e produzir novas tecnologias. Nesse contexto, trataremos mais especificamente da necessidade de formarmos novas gerações de alunos e professores letrados em tecnologias.

4.1 Letramento digital

O letramento digital é caracterizado por diversos autores por meio de formas variadas, utilizando diferentes termos e definições. Faremos aqui uma seleção de conceituações de letramento para definir a concepção que melhor se relaciona ao trabalho que desenvolveremos.

Lorenzetti (2000, p. 84) trata de alfabetização tecnológica e define pela capacidade de utilizar os diferentes artefatos tecnológicos:

[...] utilização dos artefatos que a tecnologia desenvolve diariamente. Saber manusear um computador, (...) operar as máquinas nas indústrias, são exemplos da aplicação da alfabetização tecnológica.

Arcoverde (2007, p. 19) define letramento digital como a capacidade de atender a demanda social que envolve a leitura e a escrita em meios tecnológicos:

[...] a capacidade que tem o indivíduo de responder adequadamente às demandas sociais que envolvem a utilização dos recursos tecnológicos e a escrita no meio digital. [...] Ser letrado digital representa, assim, a realização de modos de leitura e de escrita em situações que envolvem textos, imagens, sons, códigos variados, num novo formato, em hipertexto, tendo como suporte o ambiente digital. [...] Pressupõe, assim, que o indivíduo letrado digital deve ter a “capacidade de enxergar além dos limites do código”, pois os textos são digitais e circulam numa tela, que também é digital.

Soares (2002, p. 151) faz a diferenciação do letramento digital ao dizer:

[...] um letramento digital, isto é, um certo estado ou condição que adquirem os que se apropriam da nova tecnologia digital e exercem práticas de leitura e de escrita na tela, diferente do estado ou condição – do letramento – dos que exercem práticas de leitura e de escrita no papel. Para alguns autores, os processos cognitivos inerentes a esse letramento digital reapproximam o ser humano de seus esquemas mentais.

A autora ainda defende que o meio digital não apenas fornece novos meios, mas, inclusive, favorece novos processos cognitivos:

Pode-se concluir que a tela como espaço de escrita e de leitura traz não apenas novas formas de acesso à informação, mas também novos processos cognitivos, novas formas de conhecimento, novas maneiras de ler e de escrever, enfim, um novo letramento, isto é, um novo estado ou condição para aqueles que exercem práticas de escrita e de leitura na tela (SOARES, 2002, p. 152).

Soares (2002) emprega o termo no plural “letramentos digitais”, considerando que as diferentes tecnologias de escrita geram diferentes letramentos e diferentes efeitos cognitivos e culturais, devido às múltiplas formas de interação que as tecnologias proporcionam.

[...] propõe-se o uso do plural letramentos para enfatizar a ideia de que diferentes tecnologias de escrita geram diferentes estados ou condições naqueles que fazem uso dessas tecnologias, em suas práticas de leitura e de escrita: diferentes espaços de escrita e diferentes mecanismos de produção, reprodução e difusão da escrita resultam em diferentes letramentos. [...] A conclusão é que letramento é fenômeno plural, historicamente e contemporaneamente: diferentes letramentos ao longo do tempo, diferentes letramentos no nosso tempo. (SOARES, 2002, p. 156).

Assim como Soares (2002), Buzato (2006) também utiliza o plural na definição de “letramentos digitais”, por considerar ser um conjunto de práticas sociais apropriadas por meio de dispositivos digitais, conforme descreve abaixo:

Letramentos digitais (LDs) são conjuntos de letramentos (práticas sociais) que se apoiam, entrelaçam, e apropriam mútua e continuamente por meio de dispositivos digitais para finalidades específicas, tanto em contextos socioculturais geograficamente e temporalmente limitados, quanto naqueles construídos pela interação mediada eletronicamente (p. 16).

Assim, essas definições vão desde a capacidade de utilização dos recursos tecnológicos, os diferentes modos de leitura e escrita que as mídias proporcionam, até a utilização de diferentes mecanismos de produção de escrita que não se limitam

apenas à tela, mas que se inter-relacionam com práticas sociais. No entanto, para nós, o letramento digital ainda extrapola estas definições, considerando a necessidade de se ter um domínio semiótico, em que o indivíduo, além de saber ler e escrever, necessita produzir conhecimentos que têm significados. Gee (2007) trata da importância de o indivíduo manter um domínio semiótico, tornando-se letrado nas diversas linguagens visuais, de modo que saiba lidar com as variedades de domínios semióticos existentes.

Esta é uma das exigências do mundo atual, no qual os recursos informacionais não mais se resumem ao ato de ler, escrever e interpretar códigos escritos, mas estende-se a uma variedade de linguagens sendo necessário que o indivíduo não apenas reconheça, mas que também seja capaz de produzir significados com este domínio (BOMFOCO, 2013).

Na sociedade atual, saber utilizar as tecnologias tornou-se uma necessidade para lidar com as atividades práticas do dia a dia, porém isso já não é mais suficiente para que o indivíduo esteja integrado com as evoluções tecnológicas e utilizá-las em sua vida. Há a necessidade de desenvolver um letramento digital, não no sentido meramente funcional, mas sim, um letramento como o proposto por Buckingham (2010), com capacidades para ler as mídias digitais, avaliar e transformá-las em novos conhecimentos. Isto é, aprendendo tanto a ler como escrever estas mídias, ou seja, um letramento midiático que estimule “uma compreensão mais sistemática de como funciona a mídia e daí promover formas mais reflexivas de usá-la” (BUCKINGHAM, 2010, p. 52), de modo a não apenas consumir estas tecnologias, mas entendê-las e até mesmo saber produzi-las.

Buckingham (2010, p. 47-48) critica a definição de letramento digital meramente relacionada às habilidades de uso do computador, sem avançar na ideia de um mero usuário:

[...] a expressão letramento digital com frequência é mal definida, tanto em termos de seu objetivo geral quanto em termos do que implica. [...] os argumentos em torno desse letramento, no geral, baseiam-se em afirmações dúbias quanto à relevância vocacional das habilidades em computação, ou quanto ao valor inerente da aprendizagem através do computador, que tem sido amplamente contestada. No uso contemporâneo, o letramento digital (ou computacional) com frequência equivale a um conjunto mínimo de capacidades que habilitem o usuário a operar com eficiência os softwares, ou a realizar tarefas básicas de recuperação de informações. Trata-se de uma definição essencialmente funcional, uma vez que especifica as capacidades básicas necessárias para realização de certas operações, mas não vai muito além disso.

Para Buckingham (2010, p. 49), essa definição negligencia outros usos culturais mais amplos, ficando restrito à mera aquisição de informação:

Conclui-se que o letramento digital é bem mais do que uma questão funcional de aprender a usar o computador e o teclado, ou fazer pesquisas na web, ainda que seja claro que é preciso começar com o básico. Em relação à Internet, por exemplo, as crianças precisam saber como localizar e selecionar o material – como usar os navegadores, hyperlinks, os mecanismos de procura etc. Mas parar por aí é confinar o letramento digital a uma forma de letramento instrumental ou funcional: as habilidades que as crianças precisam em relação à mídia digital não são só para a recuperação de informação.

Dessa forma, Buckingham (2010) define quatro aspectos conceituais que considera como componentes essenciais do letramento midiático: representação, língua, produção e audiência.

Sobre a representação, o autor afirma que as mídias representam o mundo e não apenas o refletem, dessa forma, incorporam valores e ideologias, assim os usuários precisam ser capazes de avaliar o material que encontram, “por exemplo, ao identificar as motivações daqueles que criaram a mídia e ao compararem-na com outras fontes, inclusive com sua própria experiência direta”, além de identificar “questões sobre autoridade, confiabilidade e tendência; e também questões mais amplas sobre as vozes que são ouvidas e os pontos de vista que são representados ou não o são” (BUCKINGHAM, 2010, p. 50).

Em relação à língua, “um indivíduo letrado é capaz não apenas de usar a língua, mas também compreender como ela funciona”, envolvendo aqui uma “consciência dos códigos e das convenções mais amplas de determinados gêneros”. Dessa forma, o letramento digital deve envolver uma “consciência sistemática de como são construídos os meios digitais e da retórica única da comunicação interativa” (BUCKINGHAM, 2010, p. 50), ou seja, compreender como as mídias são criadas e estruturadas.

Sobre o aspecto produção, envolve o papel da publicação embutido no conteúdo digital. Para Buckingham (2010), é necessário ter consciência de “quem está comunicando para quem e por quê” (p. 50), com uma clareza das influências comerciais. “Há um aspecto de segurança aí: as crianças precisam saber quando estão sendo alvo de apelos comerciais e como as informações que fornecem podem ser usadas pelas corporações comerciais” (BUCKINGHAM, 2010, p. 50). Isto é, as crianças precisam aprender a ter uma visão crítica da mídia que consomem/utilizam.

E o último aspecto relacionado à audiência “envolve também uma consciência de sua própria posição enquanto audiência (leitor ou usuário)”. Isso significa “reconhecer as diversas formas como a mídia é utilizada, por exemplo, por diferentes grupos sociais, e refletir sobre como ela é usada no cotidiano – e como pode ser usada de modo diferente” (BUCKINGHAM, 2010, p. 51). Dessa forma, o autor ressalta a necessidade da criação destas tecnologias:

Finalmente, é importante enfatizar que o conhecimento da mídia envolve tanto escrever quanto ler a mesma mídia; e aqui, novamente, a tecnologia digital apresenta alguns novos e importantes desafios e possibilidades. A crescente acessibilidade desta tecnologia significa que crianças bem jovens possam com facilidade produzir textos multimídia e mesmo hipermídia interativa (BUCKINGHAM, 2010, p. 51).

Portanto, do exposto, percebe-se que esta produção envolve o desafio de autoria, em que as tecnologias contribuem de “maneira surpreendente”, pois não se trata apenas de “resultados mecânicos, mas de possibilidades ou potencialidades”, conforme afirma Demo (2008). Este autor também trata dos potenciais da tecnologia para o desenvolvimento de uma “autoria crítica e autocrítica”, pelo compartilhamento das produções e das possibilidades de construções coletivas.

Neste sentido, passou-se a discutir no contexto educacional a integração das novas tecnologias ao currículo escolar, a aprendizagem baseada na resolução de problemas, baseada em projetos e o desenvolvimento de habilidades para a criação de tecnologias e não apenas para um simples consumo (SHIMOHARA; SOBREIRA, 2015). Ou seja, é preciso que o aluno saiba criar com as tecnologias, entenda os códigos computacionais de modo que não apenas leia, mas que também tenha habilidades para escrever/produzir com as tecnologias e compartilhá-las, disseminando conhecimentos. Conforme relata Mark Surman (2013, n.p.):

Uma das coisas surpreendentes sobre muitos dos “nativos digitais” atuais é que eles são extremamente competentes em consumir com tecnologia, mas não receberam bem as ferramentas para criar com ela. É como se tivéssemos ensinado toda uma geração a ler, mas não a escrever.

Portanto, vale ressaltar que o letramento digital não é uma discussão recente, ele remete às teorias de Papert (1985) sobre o construcionismo, o qual investigou o potencial das aprendizagens dos alunos por meio da programação. De acordo com Papert (1985, p. 187), “a verdadeira alfabetização computacional não é apenas saber como usar o computador e as ideias computacionais”, o simples uso

como consumidor de uma tecnologia não demonstra uma apropriação. Valente (1985), no prefácio da edição brasileira do livro de Papert, ressalta que o construcionismo inverte o uso do computador na escola pelo uso da Linguagem de Programação LOGO na qual:

O computador deixa de ser o meio de transferir informação, e passa a ser a ferramenta com a qual a criança pode formalizar os seus conhecimentos intuitivos. O programa (a sequência de ações ao computador) que a criança elabora é o espelho que reflete o seu conhecimento sobre um determinado assunto e o seu estilo de pensamento. Este programa, quando usado como objeto de reflexão, se torna uma poderosa fonte de aprendizagem (VALENTE, 1985, p. 9-10).

Sendo assim, entendemos que o ensino de linguagem de programação, desde a infância, com recursos adequados, favorece o desenvolvimento do letramento digital, em um contexto de produção de tecnologias, que propicia a criatividade e autoria dos estudantes.

4.2 Ensino de programação

A defesa de um ensino integrado às tecnologias, valorizando a programação, não é uma prática recente. Há mais de três décadas, Papert já alertava para a necessidade de se promover nas escolas um ensino aliado com a programação, de modo a tornar a aprendizagem mais participativa e significativa.

A aprendizagem na escola de hoje não é participativa de modo significativo – e fazer contas não é a imitação de uma atividade excitante e reconhecível da vida adulta. Mas escrever programas para fazer gráficos no computador ou música, ou pilotar uma nave espacial simulada são atividades que têm muitos pontos em comum com as atividades dos adultos, mesmo com o tipo de adulto que poderia ser um herói ou um modelo para uma criança ambiciosa (PAPERT, 1985, p. 213-214).

Atualmente, essa discussão ainda se faz pertinente, discute-se ainda formas de articular a aprendizagem ao cotidiano dos alunos, promovendo uma aprendizagem criativa. Essa necessidade é ressaltada por Buckingham (2010, p. 55):

[...] a escola precisa, com urgência, assumir um papel mais proativo. A tecnologia talvez possa dar sua contribuição, embora não o faça espontaneamente. Em suma, precisamos parar de pensar nessas questões em simples termos tecnológicos, e começar a ter ideias novas sobre aprendizagem, comunicação e cultura.

Resnick (2016) traz uma profunda discussão sobre a forma de entender o uso das tecnologias como apoio à aprendizagem. Baseado nos ensinamentos de Papert, Resnick relata a importância de pensar em uma educação que tenha "pisos baixos" e "tetos altos". Ou seja, a educação é eficaz quando fornece “maneiras fáceis para iniciantes começar (piso baixo), mas também maneiras para que eles trabalhem em projetos cada vez mais sofisticados ao longo do tempo (teto alto)”. Acrescenta ainda que, para uma

[...] visão mais completa precisamos adicionar uma dimensão extra: paredes largas. Não é suficiente fornecer um único caminho a partir de piso baixo ao teto alto; precisamos fornecer paredes largas para que as crianças possam explorar múltiplos caminhos do chão ao teto.

Por que paredes largas são importantes? Sabemos que as crianças vão se tornar mais envolvidas, e aprender mais, quando elas estão trabalhando em projetos que são pessoalmente significativos para elas. Mas nenhum único projeto será significativo para todas as crianças. Portanto, se queremos envolver todos os filhos de origens muito diferentes, com muitos interesses diferentes, precisamos suportar uma ampla diversidade de percursos e projetos (RESNICK, 2016, n.p., tradução nossa).

Resnick relaciona a aprendizagem em paredes largas com o ensino de programação, por meio da qual as crianças podem desenvolver uma diversidade de projetos, dos mais simples, aos mais complexos, baseados em seus próprios interesses.

Seguindo a mesma concepção, Valente (1999) relaciona o trabalho com programação ao sentimento de “*empowerment*”, ressaltando que a escola na sociedade do conhecimento deveria trazer à tona esse sentimento, propiciando ao estudante um ambiente “rico, desafiador e estimulador” de aprendizagem que favoreça experiências de “*empowerment*”:

[...] quando é dada a oportunidade para essas pessoas compreenderem o que fazem, elas experienciam o sentimento do empowerment, a sensação de que são capazes de produzir algo considerado impossível. Além disso, conseguem um produto que eles não só construíram, mas compreenderam como foi realizado. Eles podem falar sobre o que fizeram e mostrar esse produto para outras pessoas. É um produto da mente deles e isso acaba propiciando uma grande massagem no ego.

Esta sensação do empowerment e confiança nas próprias capacidades mentais nos dá o incentivo para continuar melhorando nossas capacidades mentais e depurar nossas ações e ideias (VALENTE, 1999, p. 97).

Trabalhar com ensino de programação aliado aos conteúdos curriculares favorece práticas nas quais o uso do computador está voltado para a construção do conhecimento. Segundo Valente (1999, p.97), o computador ajuda no processo de

“conceituação e desenvolvimento de habilidades importantes” quando é utilizado “como um dispositivo para ser programado”, e isso propicia “condições para o aluno refletir sobre os resultados obtidos e depurar suas ideias por intermédio da busca de novos conteúdos e novas estratégias” (1999, p. 90).

Esse ato de programar, além de permitir o desenvolvimento da criação e autoria dos estudantes, envolve também diversas aprendizagens. Conforme afirma Valente (1999, p. 91), a atividade de programar “permite identificar diversas ações, que acontecem em termos do ciclo descrição-execução-reflexão-depuração-descrição, que o aluno realiza e são de extrema importância na aquisição de novos conhecimentos”. Essas ações citadas por Valente são:

- Descrição da resolução do problema em termos da linguagem de programação.
- Execução dessa descrição pelo computador.
- Reflexão sobre o que foi produzido pelo computador.
- Depuração dos conhecimentos por intermédio da busca de novas informações ou do pensar.

Valente explica que, no ciclo de descrição-execução-reflexão-depuração-descrição, a programação do estudante pode ser vista como uma explicitação do seu raciocínio, fornecendo dois elementos importantes para o processo de construção do conhecimento:

Primeiro, a resposta fornecida pelo computador é fiel. Considerando que o computador não adiciona qualquer informação nova ao programa do aprendiz, se houver qualquer engano no resultado do funcionamento do mesmo, só poderá ser produto do próprio pensamento do aprendiz. Esta resposta fiel é extremamente importante para que ele possa se dar conta do que sabe e do tipo de informação que necessita conseguir para depurar suas ideias. Segundo, a resposta fornecida pelo computador é imediata. Depois de apertar a tecla ENTER, o aprendiz recebe os resultados, que são construídos passo a passo pelo computador, podendo confrontar suas ideias originais com os resultados obtidos na tela. Esta comparação constitui o primeiro passo no processo reflexivo e na tomada de consciência sobre o que deve ser depurado (VALENTE, 1999, p. 91).

Dessa forma, a programação representa a ideia do programador. Esta ideia pode ser facilmente verificada, facilitando a identificação de erros. O processo de verificação e correção do erro na programação “constitui uma oportunidade única para o aprendiz aprender sobre um determinado conceito envolvido na solução do problema ou sobre estratégias de resolução de problemas” (VALENTE 1999, p. 91).

Erro neste contexto é entendido não como punição e sim como um feedback importante para construção de conhecimento.

Mesmo com a facilidade da construção do conhecimento e identificação dos erros, Valente ressalta a importância da mediação do professor, o qual precisa entender “as ideias do aprendiz e sobre como atuar no processo de construção de conhecimento para intervir apropriadamente na situação, de modo a auxiliá-lo nesse processo” (VALENTE 1999, p. 92).

Como forma de facilitar o acesso da programação para as crianças, outras linguagens de programação foram criadas a partir do LOGO, como é o caso do Scratch, com o diferencial de ser uma abordagem de programação por blocos, mais significativa, pois possibilita uma diversidade de criações e mais social, ao permitir o compartilhamento e remixagem de projetos compartilhados na comunidade on-line (RESNICK, 2014).

4.3 Scratch

Para atender à necessidade da existência de uma linguagem própria para crianças e que favorecesse a produção de jogos, animações, simulações, enfim, uma variedade de produções, Michel Resnick e o *Lifelong Learning Group* do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), em 2007, criaram o Scratch, uma linguagem de programação desenvolvida a partir da linguagem LOGO para realizar programações por meio de blocos de encaixe, que são agrupados na forma de um “quebra-cabeças” portanto, facilitando a utilização por crianças a partir de 8 anos de idade. A programação por bloco melhora muito a produtividade do programador, pois se aproxima da vivência lúdica das crianças e não exige conhecimentos prévios de programação (SHIMOHARA; SOBREIRA, 2015), pois a lógica de encaixe dos blocos elimina os possíveis erros de sintaxe.

O diferencial entre o Scratch e a linguagem de programação LOGO está no fato de sua abordagem gráfica estar configurada pelos blocos de programação, o que torna o ato de programar mais manipulável, devido à facilidade de encaixe dos blocos; mais significativa, pois permite uma abertura para uma variedade de projetos; e mais social, ao permitir o compartilhamento e colaboração entre os projetos (Resnick, 2014).

O MIT tem uma trajetória de contribuições para o ensino de programação para crianças, desde a criação da linguagem de programação LOGO por Seymour Papert na década de 1960, quando realizou estudos sobre a interação da criança e do computador. Seguindo as ideias de Jean Piaget, Papert propôs com seus estudos “mais que uma nova linguagem, uma nova postura filosófica, que surge da relação interacional entre homem-máquina, aluno-computador, surgindo assim o construcionismo” (SOBREIRA, 2013, p. 130).

O uso educacional do Scratch favorece o desenvolvimento de diversas habilidades e competências, como selecionar e gerenciar múltiplas mídias, expressar-se de forma crítica e criativa, desenvolver o raciocínio lógico e a busca de soluções inovadoras, entre outros, conforme descreve Maloney (2006). Crook (2009) também ressalta o desenvolvimento do letramento digital por meio da programação com o Scratch, bem como o desenvolvimento de habilidades de programação que habilita os alunos a aprenderem a controlar o computador e libertarem-se das limitações dos aplicativos simplificados, atualmente usados para satisfazer os requisitos mínimos do currículo.

De acordo com Resnick (2014), quando os jovens criam projetos com Scratch, eles se engajam na "espiral de aprendizagem criativa" (Figura 1), pois imaginam o que vão fazer, criam projetos baseados em suas ideias, brincam com as criações, compartilham e refletem sobre essa experiência, o que os leva a imaginar novas ideias e novos projetos. Nesse processo, cada vez mais os estudantes aprendem a desenvolver suas próprias ideias, desenvolvendo-se como pensadores criativos.

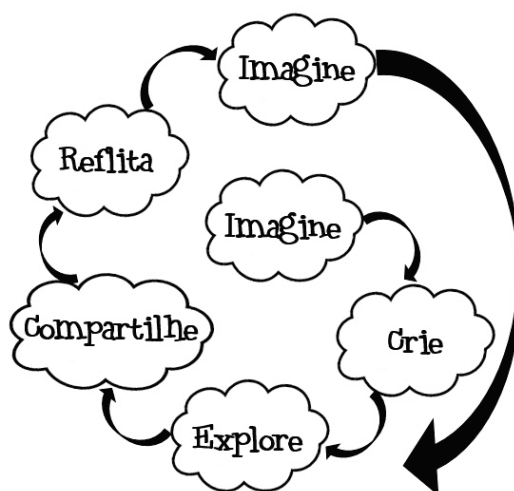


Figura 1 - "Espirala da aprendizagem criativa".

Fonte: RESNICK, 2014, p.2, tradução nossa.

O grupo Lifelong Kindergarten usou os Quatro P da Aprendizagem Criativa como princípios para o projeto da linguagem de programação e comunidade on-line Scratch. O compartilhamento de projetos é um dos grandes benefícios propiciado pela comunidade oficial⁸ em que é possível verificar os códigos utilizados para criação dos diversos projetos – sendo permitida a remixagem que favorece a reformulação e recombinação de artefatos criativos existentes, promovendo o desenvolvimento colaborativo de novas aprendizagens.

Atualmente, a comunidade on-line do Scratch já conta com mais de 10 milhões de usuários, sendo considerada a maior comunidade on-line na qual as crianças aprendem a programar (DASGUPTA et al., 2016).

A remixagem de projetos é um dos objetivos da comunidade, ou seja, a comunidade mantém acessíveis todos os códigos de programação de todos os projetos publicados, permitindo que qualquer usuário possa criar um novo projeto a partir dos projetos existentes. De acordo com os dados fornecidos por Dasgupta e colaboradores (2016), cerca de 30% dos projetos publicados são remix.

O estudo “Remixing as a pathway to Computational Thinking”, recentemente publicado por Dasgupta et al. (2016), utilizou medidas quantitativas para mensurar o comportamento on-line dos integrantes da comunidade on-line do Scratch, com o objetivo de descobrir evidências que possam apoiar a teoria de que a remixagem no Scratch está positivamente associada com a aprendizagem.

Nesse estudo, observaram primeiramente a quantidade de blocos de programação que os usuários utilizam e detectaram que os usuários que remixam mais programações têm um acréscimo significativo de vocabulário de códigos, ou seja, utilizam uma variedade maior de blocos de programação. Com esses dados, partiram para uma segunda pesquisa, na qual observaram seis conceitos específicos de programação, sendo eles: condicionais, dados, eventos, loops, operadores e paralelismo. Nos dois casos foi verificado que os usuários que nunca haviam utilizado um conceito, ou determinado bloco de programação, estavam mais propensos a utilizar após remixarem outros projetos, confirmando assim, a existência de aprendizagem pela remixagem.

Papert (2008, p. 167) já assinalava em suas pesquisas a aprendizagem a partir da remixagem. Ao observar um menino programando a Tartaruga no ambiente

⁸ <http://scratch.mit.edu/>

LOGO para escrever seu nome, deparou-se com a dificuldade de programar o percurso da Tartaruga para desenhar a letra “A”, até que ele percebeu que:

[...] na tela de uma outra criança havia um grande triângulo equilátero. Podia-se perceber o “achei!”. Por que o A precisava de 45 graus em cima? Se Mary (em outro computador) conseguiu fazer um triângulo, eu também posso (ele explicou depois que foi assim como pensou). E, se tenho o triângulo, apenas preciso acrescentar pernas extras para transformá-lo em um A. Ele ainda tinha o problema de fazer o triângulo, mas saber que Mary o tinha feito foi um indício que o ajudou a encontrá-lo por conta própria. No final, lá estava o A.

Papert conclui que “os computadores não apenas melhorariam a aprendizagem escolar, mas apoiariam formas diferentes de pensar e aprender” (PAPERT, 2008, p. 167).

Com esses estudos, podemos verificar que a programação propiciada, tanto pelo ambiente LOGO como no Scratch, poderá favorecer o desenvolvimento de uma aprendizagem autônoma e proativa, pois os estudantes têm a possibilidade de buscar por si próprios quais são os códigos de programação necessários para efetivar a narrativa escolhida para seus jogos pela verificação do código de programações compartilhadas na comunidade Scratch, de forma a realizar projetos que seriam inviáveis de serem realizados sozinhos, porém possíveis com auxílio adequado, mas que não direcionam a instrução. Fato que é confirmado na citação de Papert:

[...] Os bugs dos alunos tornam-se tópicos de conversas; disto resulta o desenvolvimento de uma linguagem articulada e focalizada, usada para pedir ajuda quando for necessário. E quando a necessidade de ajuda pode ser claramente articulada, a ajuda não precisa vir necessariamente de um profissional especialmente treinado. Desta forma a cultura LOGO enriquece e facilita a interação entre todos os participantes e oferece oportunidades para relações de ensino mais articuladas, efetivas e honestas. É um passo em direção à situação onde a linha entre aprendizes e professores pode esmaecer (PAPERT, 1985, p. 214-215).

Resnick (2014, p. 6) valoriza o brincar como “uma atitude e uma abordagem para se envolver com o mundo”. Ele associa o ato de brincar com “correr riscos, experimentar coisas novas, e testar os limites” (tradução nossa). Dessa forma, afirma que a ludicidade tem um papel fundamental para o desenvolvimento da aprendizagem criativa.

4.4 Jogos digitais na educação

Assim como a inserção das TDIC na educação, os jogos digitais também não são novidades. Alves (2008) relata que, a partir da década de mil novecentos e oitenta, pesquisadores europeus e norte-americanos começaram a divulgar resultados de pesquisas relacionados aos jogos eletrônicos e a aprendizagem. O motivo inicial para inserção dos jogos no ambiente escolar foi o sucesso que os jogos obtinham com as crianças e jovens, além de ser considerado como uma estratégia de motivação (PAULA, 2015).

Atualmente, já se reconhece que os jogos despertam sim o interesse dos alunos, no entanto, o mero potencial atrativo não justifica significativamente o seu uso na educação. Conforme afirma Alves (2008, p.8), há a necessidade de uma integração com o currículo escolar, ou seja, uma intencionalidade pedagógica que interaja com a mídia, construindo novos sentidos às narrativas:

Levar os jogos digitais para a escola porque seduzem os nossos alunos, sem uma interação prévia, sem a construção de sentidos, buscando enquadrar esse ou aquele jogo no conteúdo escolar a ser trabalhado, resultará em um grande fracasso e frustração por parte dos docentes e dos discentes. Além de repetir um percurso trilhado na década de noventa quando os softwares educativos entraram nas escolas, principalmente brasileiras, como livros eletrônicos animados e em alguns casos hipertextualizados que logo foram deixados de lado.

A intenção não é transformar as escolas em lan houses, até porque são espaços de aprendizagem diferenciados e com lógicas distintas, mas criar um espaço para os professores identificarem nos discursos interativos dos games, questões éticas, políticas, ideológicas, culturais, etc. que podem ser exploradas e discutidas com os discentes, ouvindo e compreendendo as relações que os jogadores, nossos alunos, estabelecem com estas mídias, questionando, intervindo, mediando a construção de novos sentidos para as narrativas. Ou ainda, aprender com estes sujeitos novas formas de ver e compreender esses artefatos culturais (ALVES, 2008, p. 8).

Com uma intencionalidade pedagógica, os jogos, quando bem selecionados, podem desenvolver atividades cognitivas verdadeiramente significativas, conforme afirma Buckingham (2010), quando as crianças jogam, elas se arriscam em ensaios e erros, explorando o jogo em colaboração com outros colegas, desenvolvendo atividades cognitivas, conforme relatado a seguir:

Alguns jogos de computador, por exemplo, envolvem uma extensa série de atividades cognitivas: lembrar, testar hipóteses, prever e usar planos estratégicos. Embora os usuários desses games em geral estejam profundamente imersos no mundo virtual do mesmo jogo, o diálogo e a interação com outros são cruciais. O uso desses games é também uma atividade de multiletramento: geralmente envolve a interpretação de complexos ambientes visuais tridimensionais, leitura tanto de texto on-screen quanto off-screen (tais como jogos/games, revistas e sites da Internet) e processamento de informações auditivas (BUCKINGHAM, 2010, p. 45).

Porém, como fazer essa seleção com intencionalidade pedagógica? Muitos jogos digitais foram criados exclusivamente com intuito educacional, no entanto, a maioria segue uma abordagem instrucionista. Conforme aponta Kafai (2006), os jogos instrucionistas foram criados com o intuito de que os alunos aprendessem determinados conceitos, de modo a facilitar a aprendizagem, tornando-a mais divertida de forma a integrar a ideia do jogo com o conteúdo a ser aprendido, apenas incorporando “lições” nos jogos.

Por outro lado, conforme afirma Burd (1999, p. 211), até mesmo artefatos construcionistas podem ser utilizados de forma instrucionista dependendo da proposta planejada pelo professor:

[...] o Logo, um artefato que se presta muito bem a atividades construcionistas, também pode ser usado de modo instrucionista. Basta um professor pedir para que seus alunos copiem programas já prontos para dentro do computador.

Entende-se, portanto, que a intencionalidade pedagógica do professor é o que definirá a proposta de utilização dos jogos no ato pedagógico. Pesquisadores como Alves (2004; 2008), Buckingham (2007), Gee (2007), Kashiwakura (2008), Mattar (2010), Lopes, Oliveira (2013) e Paula (2015) defendem na educação o uso também de jogos digitais criados sem fins educacionais.

Paula (2015, p. 96) relaciona os diversos tipos de jogos que atualmente são utilizados na educação, sendo eles: jogos comerciais em contextos educacionais, jogos desenvolvidos para contextos educacionais como frutos de pesquisas acadêmicas, jogos comerciais modificados para o uso educacional e a criação de jogos digitais por parte dos estudantes como ferramenta pedagógica.

Baseado nos estudos de Egenfeldt-Nielsen (2010), Paula (2015) apresenta uma categorização sobre como é feito o uso dos jogos na educação, não importando qual a origem do jogo (se comercial ou educacional):

- Aprender através dos jogos: quando os jogos são utilizados para ensinar um conteúdo curricular específico;
- Aprender com jogos: quando jogos são utilizados como exemplo para se ensinar conceitos e métodos relevantes;
- Aprender fazendo jogos: desenvolver jogos de maneira a aprender sobre o conteúdo na criação do jogo (PAULA, 2015, p. 96).

Em relação à primeira e à segunda categorização proposta por Paula (2015), que se refere ao uso de jogos digitais para ensinar um conteúdo curricular ou para ensinar conceitos e métodos, pesquisadores como Kashiwakura (2008) defende que, nesses contextos, os jogos digitais podem auxiliar no desenvolvimento de habilidades, independentemente da complexidade do jogo. Seguindo essa afirmação, Kashiwakura (2008, p. 76) criou uma taxonomia de videogames baseada no desenvolvimento de habilidades cognitivas relacionando as seguintes habilidades desenvolvidas nos jogadores por meio de alguns jogos específicos: visual; motora; aprimoramento de autoestima; responsabilidade; interpretação de textos; sociais; liderança; concentração e raciocínio.

Enquanto Lopes e Oliveira (2013), relacionam a partir dos estudos de Fromme (2003), Kirriemuir e McFarlene (2004), Calvert (2005), *Federation of American Scientists* (2006) e Malaga (2010), as seguintes competências:

[...] o pensamento estratégico e analítico, a capacidade de resolução de problemas, a formulação e execução de um plano de ação e a adaptação a alterações rápidas. [...] o planejamento, a comunicação, a utilização e aplicação de símbolos numéricos, a capacidade de negociação, a tomada de decisões em grupo e o tratamento de dados, [...]. O desenvolvimento de competências visuais, espaciais e de memória (LOPES; OLIVEIRA, 2013, p.7).

Além dessas competências, Lopes e Oliveira (2013, p. 9) também ressaltam que “os videogames parecem promover a interação social e a comunicação” possibilitando aos jogadores o compartilhamento de estratégias de atuação, o que favorece o “sentimento de pertença”.

Para Alves (2004, p.8), “os jogos eletrônicos de diferentes narrativas e conteúdos atuam na Zona de Desenvolvimento Proximal dos sujeitos, de forma lúdica, prazerosa e atrativa”, denominando-os de “tecnologias intelectuais” (p.20), além de ressaltar as contribuições cognitivas, sociais e culturais potencializadas pelos diferentes jogos digitais.

Na terceira categorização de Paula (2015), que se refere a aprender fazendo jogos, “é proposto aos alunos que criem seus próprios artefatos, sendo que

a aprendizagem ocorre propriamente a partir desse esforço criativo” (PAULA, 2015, p. 114). Essa proposta de construção de jogos carrega características construcionistas pelo fato de a criação do artefato propiciar a experiência de aprendizagem.

Kafai (2006) também classifica a proposta educacional de criação de jogos de acordo com a abordagem construcionista. Ao contrário da abordagem instrucionista, em que outras pessoas criam jogos para os jogadores aprenderem por meio de “lições”, a abordagem construcionista proporciona aos alunos oportunidades para construírem seus próprios jogos, construindo assim novas relações com o conhecimento durante o processo de criação. Dessa forma, os construcionistas valorizam o fazer jogos para aprender, ao invés de jogar jogos para aprender. Kafai (2006) acredita que o grande benefício da aprendizagem está envolvido no engajamento do processo de design, e não na recepção dos jogos prontos, isso porque os jogadores não se envolvem nas discussões referentes ao desenvolvimento de ideias e estratégias dos jogos, pois ao final do jogo aparece apenas um recorte dessas discussões e o usuário não vivencia essa elaboração.

Na proposta construcionista de criação de jogos, o aluno está envolvido em todas as decisões para criação do jogo, desenvolvendo, assim, uma fluência tecnológica.

Assim como a fluência na linguagem significa muito mais do que saber fatos sobre a linguagem, a fluência tecnológica envolve não só saber usar novas ferramentas tecnológicas, mas também saber fazer coisas relevantes com essas ferramentas e, o mais importante, desenvolver novas maneiras de pensar com base no uso dessas ferramentas. Além disso, as atividades de criação de jogos oferecem um ponto de entrada para jovens jogadores na cultura digital, não apenas como consumidores, mas também como produtores (KAFAI, 2006, p. 39, tradução nossa).

Com o intuito de ilustrarmos algumas experiências de criação de jogos dentro de uma proposta construcionista, selecionamos pesquisas relevantes ao estudo em questão, que serão descritas a seguir.

4.4.1 Experiências com criação de jogos digitais

Como relatado anteriormente, não são recentes as experiências de utilização de jogos na educação. É possível encontrar experiências significativas de criação de jogos por meio de uma proposta construcionista, em outras áreas de ensino, desde os anos de 1990. Vale ressaltar que nenhuma destas experiências

estão relacionadas ao Ensino de Ciências, porém apontam resultados significativos sobre o desenvolvimento de aprendizagens.

Dois exemplos pioneiros e significativos são apresentados nos trabalhos de Idit Harel (1991) e Yasmin Kafai (1995), que desenvolveram propostas de criação de softwares pelos alunos, envolvendo-os em atividades construcionistas com a finalidade de criar objetos de aprendizagem para ensinar frações para crianças menores.

O trabalho de Harel (1991) envolveu alunos do *4th grade* (com 10 anos de idade) de uma escola de Boston que já era equipada com computadores. A pesquisa aconteceu durante 4 meses e utilizou o ambiente Logo para criação do objeto de aprendizagem. Nos resultados obtidos, foi verificada a motivação e o relacionamento social dos alunos, a ampliação dos conhecimentos sobre o conteúdo de frações, necessários para criação dos jogos, além da aquisição de conhecimentos relacionados à criação de ambientes digitais.

Por sua vez, Kafai (1995) seguiu as premissas e a estrutura do trabalho de Harel, com crianças de 10 anos (*4th grade*) que se encontravam todos os dias para criar um videogame educacional. Seu diferencial em relação a Harel (1991) foi ampliar sua análise ao solicitar que os alunos desenvolvessem jogos, ao invés de criar um software. As crianças desenvolveram, além dos jogos, os seus próprios personagens, as histórias, os temas e as interações do jogo durante um período de 6 meses, com o intuito de também ensinar frações para um grupo de alunos mais jovens em sua escola.

Kafai (1995) aponta que, na época de sua pesquisa, havia poucos trabalhos com criação de jogos digitais no contexto educacional e, ainda, ressalta que, nos poucos trabalhos existentes, não apareciam discussões relacionadas ao design do jogo. A maioria dos esforços de pesquisa se concentravam em identificar os processos psicológicos envolvidos ao jogar videogames e discutir os prós e os contras do jogo.

Na análise dos jogos criados pelos alunos, Kafai (1995) analisou as diferentes ideias de jogo, suas potenciais origens e o conteúdo educacional dos jogos, no caso, as frações. Os resultados da avaliação indicaram que os alunos que tiveram uma função de designers de jogos tiveram uma melhor compreensão da linguagem de programação do ambiente Logo, pois utilizaram recursos mais avançados de programação para criar animações e interações do computador com o jogador com recursos de feedback. Além disso, melhoraram a sua compreensão do conteúdo de

frações compreendendo melhor os diferentes modos de representações de frações. Dessa forma, a aprendizagem envolveu os conceitos matemáticos de frações e a programação no ambiente Logo.

Kafai (2006), dando continuidade aos seus estudos, pode também afirmar que a criação de jogos não exige tecnologias caras para proporcionar aos alunos oportunidades de desenvolver suas habilidades de programação e projetar mundos e personagens ricos e interessantes.

No Brasil, experiências significativas também são possíveis de encontrar no final da década de 1990. Burd (1999) realizou uma proposta de criação de jogos por meio de uma “Oficina de Jogos”. Tinha por objetivo a criação de um ambiente construcionista no qual, pelo uso do software Cocoa, os participantes pudessem planejar e desenvolver um jogo de computador sobre o Parque Ibirapuera em São Paulo, local onde ocorreu a oficina.

Como recursos, cada participante contava com um computador. A duração da Oficina de Jogos foi de 3 semanas. Atendeu 2 turmas com 4 participantes cada uma, contando com a orientação de um professor. A idade mista dos participantes variava de 12 a 20 anos na turma A e entre 11 a 18 anos na turma B. A oficina aconteceu em 10 sessões ao longo de 10 dias, com duração de 80 minutos cada sessão.

Em sua oficina, Burd (1999, p. 151-152) elencou alguns princípios construcionistas que seriam observados:

- A preocupação em se ter os aprendizes na posição de construtores de seus próprios projetos, sem que lhes fossem impostas muitas regras de conduta e procedimentos predeterminados.
- Um tema interessante e aberto – desenvolvimento de jogos e o Parque do Ibirapuera – que incentivasse o trabalho e a criatividade dos aprendizes dentro da área que se buscava aprender.
- A utilização de materiais atraentes e ao alcance físico e cognitivo de todos os participantes (facilitadores ou aprendizes).
- O incentivo à exploração, criatividade, troca de ideias, ao repensar e ao desenvolvimento de estilos pessoais.
- A não preocupação moral com as soluções “certas” ou “erradas”. Cada aprendiz tinha seu estilo e ritmo de aprendizado respeitado e apenas as críticas construtivas eram incentivadas.
- A aproximação entre facilitadores e aprendizes.

Como resultados, Burd (1999, p. 198) verificou que, “apesar de a oficina ter sido uma atividade centrada no computador”, o papel do professor facilitador se sobressaiu, demonstrando “um papel fundamental de orientação e incentivo aos

alunos na busca por novas soluções e na superação de seus limites”. Ressaltou ainda a importância das relações humanas e a interação no desenvolvimento da atividade, conforme descrito a seguir:

Realmente, a Oficina de Jogos ajudou a tornar muito claro que, apesar da importância do computador para o Construcionismo, o conjunto hardware mais software representava apenas um pequeno componente de um processo muito maior. O grau de liberdade dado aos participantes, a postura do professor, o tema desenvolvido, etc. também influenciavam muito o andamento das coisas (BURD, 1999, p. 215 - 216).

Experiências mais recentes no continente europeu são relatadas por Buckingham (2007) por meio de uma experiência de criação de uma ferramenta de software, que permite às crianças desenvolverem seus próprios jogos em 3D. Essa experiência ocorreu entre 2003 e 2006, por meio de uma parceria entre duas escolas de ensino secundário, atendendo alunos com idade entre 12 e 15 anos. Ele analisou o potencial de criação de jogos tanto como uma forma de expressão cultural criativa, quanto como um meio de desenvolver a compreensão crítica dos alunos. Os alunos participaram de um curso de educação em mídia, no qual eles fizeram seus próprios jogos, usando versões do protótipo da ferramenta de autoria desenvolvida pelo projeto MissionMaker.

A pesquisa verificou as práticas de criação criativa dos alunos, o valor de combinar abordagens semióticas sociais e o sentido que fazem para os jovens as ferramentas de criação de mídia com perspectivas de estudos culturais.

Utilizando uma versão mais avançada do MissionMaker relatado acima, o pesquisador brasileiro Paula (2015) realizou uma experiência de criação de jogos com alunos de duas escolas primárias da cidade de Londres. Utilizou o MissionMaker, por ser destinado a usuários com poucos ou nenhum conhecimento de programação, possibilitando, assim, que os usuários pudessem focar em outros aspectos dos jogos digitais, como, por exemplo, a narrativa. O principal objetivo dessa pesquisa foi “compreender a dinâmica da criação de jogos digitais em contexto escolar, analisando a viabilidade e as potencialidades educacionais dessa atividade” (PAULA, 2015, p. 150).

Na primeira escola, a experiência ocorreu no contraturno com um grupo etário misto, com 22 alunos do segundo ciclo, enquanto que, na segunda escola, foi realizada na aula regular, atendendo 30 alunos do terceiro ano. Como resultados, Paula (2015, p. 179) apontou o desenvolvimento do planejamento dos alunos e a

capacidade de pensarem criativamente, integrando aspectos narrativos da história com o objetivo do jogo. Essa característica foi apontada pelo pesquisador como um ponto “necessário para a produção de jogos digitais engajantes”. Em ambos os casos, os alunos permaneceram motivados a desenvolver as atividades e foi perceptível a evolução na construção das narrativas, nos desafios planejados e na elaboração da programação do jogo em si.

Nos relatos acima, verificamos os benefícios da programação de jogos, com propostas construcionistas. Os alunos se envolveram na criação de artefatos tecnológicos, favorecendo o aprendizado do conteúdo, além de avanços em relação ao letramento digital.

Os ambientes de criação utilizados nas pesquisas relatadas e que favoreceram essas aprendizagens foram o ambiente Logo, o software Cocoa e o *MissionMaker*. No entanto, existem diversos outros recursos que propiciam a criação de jogos digitais. Lopes e Oliveira (2013, p. 14) relacionam outros editores que permitem a criação de jogos digitais, os quais, apesar de não permitirem a criação de jogos com qualidades gráficas, sonoras e possibilidades de jogabilidade comparáveis com os jogos comerciais, possuem uma interface bastante “amigável”. São eles: *La Vouivre*, portal *eAdventure*, *Adventure Maker*, *Game Salad*, *Game Maker*, *Adventure Game Studio*, *Alice*, *Kodu* e *Scratch*.

Acreditamos assim que, para as crianças serem capazes de utilizar a linguagem de programação para a produção de jogos digitais, é imprescindível a utilização de programas adequados para a compreensão da lógica de programação nesta faixa etária, necessitando também ser intuitivo e acessível. Papert ressalta o potencial do uso dos computadores no desenvolvimento de projetos ao dizer que “a inteligibilidade interna dos mundos dos computadores oferece às crianças a oportunidade de desenvolver projetos de complexidade maior do que é usualmente possível no mundo físico” (PAPERT, 1985, p. 145). Dessa forma, é possível trabalhar na zona de desenvolvimento proximal (ZDP) do aluno, oferecendo desafios que poderão ser realizados com o auxílio, não apenas da parceria dos alunos e dos professores, mas, inclusive, das tecnologias.

Portanto, o jogo constitui, nesta dissertação, a ferramenta para discutir práticas de integração das tecnologias no currículo de Ciências, em uma abordagem na qual os estudantes têm uma participação ativa e autoral, produzindo jogos digitais

aliados à interação com placas de prototipagem física, visando à compreensão de conceitos científicos.

Antes de iniciar nosso trabalho, desenvolvemos uma busca em periódicos conceituados na área de Ensino de Ciências, buscando verificar o que já havia sido produzido nessa área. Relatamos a seguir os resultados encontrados.

4.4.2 Um panorama das pesquisas sobre criação de jogos digitais no Ensino de Ciências

Com o intuito de realizarmos uma revisão bibliográfica relacionada à publicação de trabalhos envolvendo a criação de jogos digitais para o Ensino de Ciências, desenvolvemos uma pesquisa inicial envolvendo publicações dos seguintes periódicos:

- Revista Ciência e Educação.
- Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências.
- Investigações em Ensino de Ciências.
- Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências.
- Experiências em Ensino de Ciências.

Foram analisadas as publicações que compreendem o período entre janeiro de 2011 e dezembro de 2015. Para a pesquisa nestas revistas, foram verificados na íntegra todos os títulos e resumos dos artigos, sem utilizar a busca por palavras-chave, na tentativa de encontrar artigos referentes à criação de jogos (digitais ou não) para ensino/aprendizagem de Ciências.

A busca resultou apenas no trabalho de Nogueira e colaboradores (2011), publicado na Revista Ciência e Educação, referente ao desenvolvimento de jogos, de forma compartilhada, com adolescentes dentro de uma experiência de criação de um espaço de diálogo sobre sexualidade e gravidez na adolescência. Foram realizadas oficinas em grupos na educação informal, com 16 adolescentes com idade entre dez e quatorze anos. A experiência resultou na criação de um jogo de tabuleiro físico, com cartas de perguntas e respostas, cartas de reflexão e cartas de locais. Como resultado, a proposta evidenciou que o jogo não teve um fim em si mesmo, pois tornou-se “um instrumento para potencializar a comunicação e a reflexão entre adolescentes e os profissionais de saúde, os pais e os educadores” (NOGUEIRA et al., 2011). Os autores ressaltam a importância da dialogicidade envolvida no processo

de produção do jogo e no uso do material produzido, o qual propiciou uma aprendizagem descontraída e criativa.

Não foram localizados outros trabalhos que envolviam a criação de jogos digitais e desenvolvimento de jogos com alunos dos anos iniciais do Ensino Fundamental para aprendizagem de Ciências. No entanto, encontramos quatro experiências de produção de jogos por pesquisadores para serem jogados pelos alunos como estratégia didática no desenvolvimento de determinado tema (VARGES; NIÑO-EL-HANI, 2008; ANTUNES; SABÓIA-MORAIS, 2010; BRAGA; MATOS, 2013; PARUSSOLO; LOMBARDE; BARON, 2015) e outros dois trabalhos de utilização de jogos prontos para o desenvolvimento da aprendizagem dos alunos (AMARAL; NÓBREGA, 2011; REES, 2014).

Como exemplo, das quatro experiências de produção de jogos por pesquisadores para serem jogados pelos alunos, temos o artigo de Antunes e Sabóia-Moraes (2010), que faz referência ao jogo de tabuleiro “Educação e Saúde: Processo Inflamatório”, criado por acadêmicas de um curso de Ciências Biológicas – Licenciatura. Foi aplicado para estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental pertencentes a três escolas, o que permitiu a investigação do valor do jogo como material didático em diferentes realidades. Como resultados, a aplicação do jogo motivou os estudantes para as atividades em sala de aula, além de atrair os educandos para o processo de ensino e aprendizagem por meio da competição e da cooperação. O jogo permitiu a criação de um ambiente menos formal para a ação pedagógica. Os pesquisadores concluíram que os jogos educacionais podem auxiliar o professor na socialização dos conteúdos escolares, além de ressaltar a importância do uso de metodologias de ensino diferenciadas como forma de auxiliar professores e estudantes no processo de ensino e aprendizagem.

No trabalho apresentado por Braga e Matos (2013), o jogo “Kronus” foi utilizado para revisão de conteúdos, em uma proposta de produção de materiais educativos para o Ensino de Ciências. Foi aplicado em quatro turmas da terceira série do Ensino Médio em uma escola pública, em um período de duas ou três aulas, dependendo do tamanho da turma. Os pontos positivos observados foram a forma como os estudantes se relacionaram com os conteúdos, o estímulo aos estudantes na relação com o conteúdo, a substituição dos exercícios de fixação, e a revisão de conteúdos por meio da atividade lúdica. O jogo Kronus foi construído com o intuito de abordar o tema biotecnologia, além da realização de revisão de vários conceitos

trabalhados nas aulas de Genética. Braga e Matos (2013) concluem que o Jogo Kronus tornou as aulas de Biologia mais interessantes e menos cansativas, contribuindo para a revisão do conteúdo de Genética.

Outro exemplo é a experiência do jogo “Clipsitacídeos” em seis turmas do 2º ano do Ensino Médio, proposto por Vargues e Niño-El-Hani (2008). Os resultados indicaram que os alunos apresentaram melhoras na compreensão, apesar de não ter sido possível atribuir ao jogo uma eficiência distinta de outra atividade, ressaltando a necessidade de considerar outros fatores do cotidiano escolar que influenciam a eficácia do uso do jogo. Ressaltam, assim, a necessidade de avaliar a eficácia de recursos lúdicos para o ensino de Biologia.

O artigo de Parussolo, Lombarde e Baron (2015) trata do jogo “Galinha do Tempo”, cuja finalidade é auxiliar o ensino e aprendizagem do conteúdo equilíbrio químico no ensino médio. O jogo foi criado por bolsistas do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência – Pibid e aplicado junto aos alunos do segundo ano do Ensino Médio de um colégio estadual. Na aplicação deste jogo, os pesquisadores observaram o aumento da participação e do entusiasmo dos alunos, além de uma maior compreensão do conteúdo equilíbrio químico. Como resultado, descreveram: a agilidade na aprendizagem do conceito equilíbrio químico, devido à forte motivação; aumento da motivação para o trabalho; melhorias na socialização em grupo e aprendizagem lúdica.

Como exemplo da utilização de jogos prontos para o desenvolvimento da aprendizagem dos alunos, temos o trabalho de Amaral e Nóbrega (2011), os quais desenvolveram uma proposta utilizando o “Roleplaying Game” (RPG) de mesa, enquanto recurso pedagógico para o Ensino de Ciências, por meio de uma experiência com 10 alunos do 9º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública estadual. O objetivo de pesquisa foi “analisar o uso do RPG como um instrumento pedagógico no processo de ensino-aprendizagem de conceitos de Física, numa perspectiva interdisciplinar” (AMARAL; NÓBREGA, 2011, p.105). Nesse trabalho verificaram que “o RPG facilitou a construção coletiva do conhecimento, através de reflexões individuais e interação social” e, em relação aos conceitos de Física trabalhados, “os alunos, que nunca tinham tido contato anterior com esses conceitos, conseguiram aplicá-los num contexto específico, ligado a uma situação real” (AMARAL; NÓBREGA, 2011, p.121).

O outro exemplo foi o trabalho de Rees (2014), que investigou o uso do “Heat Game”, um jogo de role-playing que recria a simulação de um cenário de Ciência e Tecnologia em que os alunos dramatizam cientistas profissionais em comunicação on-line dentro de uma comunidade de cientistas. Em seus papéis, os alunos trabalham para resolver um desafio virtual de projetar habitações energeticamente eficientes e refletir sobre as possíveis consequências ambientais e sociais de seus projetos. Neste estudo, foram examinadas as maneiras como os alunos estabelecem uma identidade ambientalmente instruída em correspondência on-line dentro do grupo social, além de examinar o desenvolvimento da literacia ambiental dos alunos. Segundo o autor, foi possível oferecer aos alunos uma oportunidade de agir a partir de uma perspectiva de pessoas alfabetizadas ambientalmente (REES, 2014). O estudo demonstrou que o jogo possibilitou aos alunos a compreensão das relações entre Ciência, Tecnologia e Ambiente e as consequências das escolhas que cada indivíduo pode realizar simulando a vida real.

Em suma, diante dos resultados desse levantamento bibliográfico, não encontramos referência de trabalho relacionado à criação de jogos digitais para aprendizagem de Ciências nas principais revistas da área. No entanto, é possível encontrar importantes trabalhos que envolvem criação de jogos em outras áreas de ensino, conforme descrevemos na Seção 4.4, do Capítulo 4, em que tratamos sobre jogos digitais na Educação.

A revisão apresentada revela que há poucos trabalhos na área de Ensino de Ciências que focalizam os jogos para os processos de ensino e aprendizagem. No que tange a produção pelos estudantes como estratégia, só localizamos o trabalho de Nogueira e colaboradores (2011).

Nesse sentido, a pesquisa que realizamos procura contribuir para a área no sentido de estudar as contribuições da participação ativa de estudantes na produção dos jogos. Para isso, alguns recursos foram utilizados para favorecer a compreensão dos conceitos de ciências e propiciar uma interação física no jogo. Os materiais que selecionamos, estão relacionadas a seguir.

4.5 Utilização de materiais e plataformas físicas para compreensão de conceitos científicos

Pensando no contexto de Ensino de Ciências para crianças, é importante trabalhar com vivências, propiciar situações para que coloquem a “mão na massa”, favorecendo a construção de significados para os fenômenos observados. Nesse sentido, muitos recursos podem ser utilizados para facilitar a compreensão por parte dos alunos de conteúdos mais complexos, como, por exemplo, o funcionamento de circuitos elétricos.

Materiais acessíveis e seguros são produzidos e comercializados, facilitando o trabalho com os alunos em uma diversidade de possibilidades. Nesse campo, materiais como circuitos de papel e o uso de sensores e atuadores conectados na placa Arduino permitem vivenciar desde a ligação de um simples LED até a geração de energia por meio do uso de placas fotovoltaicas e motores com hélices de energia eólica. O Makey Makey, por sua vez, permite experiências criativas de condução de energia.

A seguir, descreveremos algumas possibilidades de uso destes materiais e a facilidade de programação do Arduino pelo Scratch 2.0 offline, tendo em vista a importância da utilização das novas tecnologias digitais e da programação para “envolver o aluno em atividades participativas, que estimulem seu raciocínio, em consonância com uma prática formativa e não meramente armazenadora de informações” (ORO; PAZINATO; GROSS, 2015, p.105).

4.5.1 Paper Circuit

Os circuitos de papel, ou “*Paper Circuits*”, foram difundidos pelo trabalho de Jie Qi em sua pesquisa de mestrado, cujo objetivo foi apresentar circuitos eletrônicos de uma maneira acessível, facilitando a compreensão conceitual e tornando intuitivo o trabalho com componentes físicos. Ao situar estes conceitos como mídias criativas e expressivas, Qi buscou promover um espaço lúdico onde se pode aprender e fazer eletrônica (Qi, 2012). Esses circuitos são possíveis pela utilização de simples componentes, como papel, LED, fita condutiva de cobre ou alumínio e uma bateria de 3 volts. Para acender um LED, basta conectar a bateria ao LED por meio de um loop completo, combinando o lado positivo do LED com o lado positivo da

bateria utilizando a fita adesiva condutiva, que pode ser colada em uma folha de papel (o mesmo deve ser feito com o lado negativo). Isso permite que o fluxo de eletricidade da bateria siga pela fita condutiva até o LED, fazendo com que a luz possa acender.

Na Figura 2, é possível verificar a montagem de um circuito de papel, por meio da ligação da fita de cobre com o LED e a bateria; ao dobrar o papel sobre a bateria a fita condutiva do lado positivo do LED fecha o circuito.

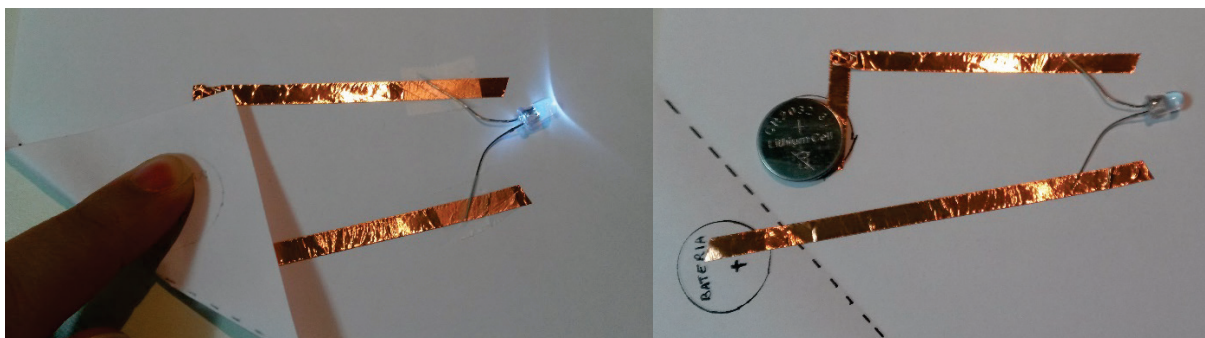


Figura 2 - Montagem de um circuito com papel.

Fonte: Autoria própria.

De acordo com Qi (2012), a facilidade em se trabalhar com circuitos de papel vai além da familiaridade com o material necessário, contemplando também o baixo custo dos materiais utilizados, o que reduz a preocupação em quebrar ou desperdiçar materiais preciosos. Isso favorece a experimentação e retira a preocupação em errar, que são vitais para a aprendizagem e pensamento criativo. Isto porque a fita de cobre pode ser facilmente cortada se uma conexão estiver incorreta, ou descolada se for colocada no local errado, incentivando os usuários a fazerem modificações, quando necessário, sem se preocupar com dano estético ou de material.

A utilização de recursos de papel permite capacitar as crianças a implementar ideias que normalmente exigiriam um avançado conhecimento de eletrônica (FREED et al., 2011), além de permitir a expressão da criatividade de seus criadores, de modo que a eletrônica favoreça o desenvolvimento da arte, no sentido expressivo (JIE, 2012).

Ainda de acordo com Jie (2012), apesar de o Paper Circuit parecer um material limitado, ele pode ser utilizado com uma ampla variedade de formas, com possibilidade de combinar outros materiais, personalizando seus projetos. Os Paper

Circuits são amplamente utilizados em projetos artísticos e para o desenvolvimento da criatividade dos alunos.

4.5.2 Arduino

O Arduino (*Figura 3*) é uma plataforma Open Source de prototipagem eletrônica (placa de circuito eletrônico). Foi desenvolvido em 2005 no Ivrea Interaction Design Institute, na Itália, por Massimo Banzi e sua equipe, que tinham por objetivo criar uma ferramenta fácil para prototipagem rápida, destinada a estudantes sem experiência em eletrônica e programação (<https://www.arduino.cc/>). As placas Arduinos são capazes de ler entradas (como a luz de um sensor, o acionamento de um botão ou uma mensagem de Twitter) e transformá-las em uma saída (ativar um motor, ligar um LED, publicar algo on-line).

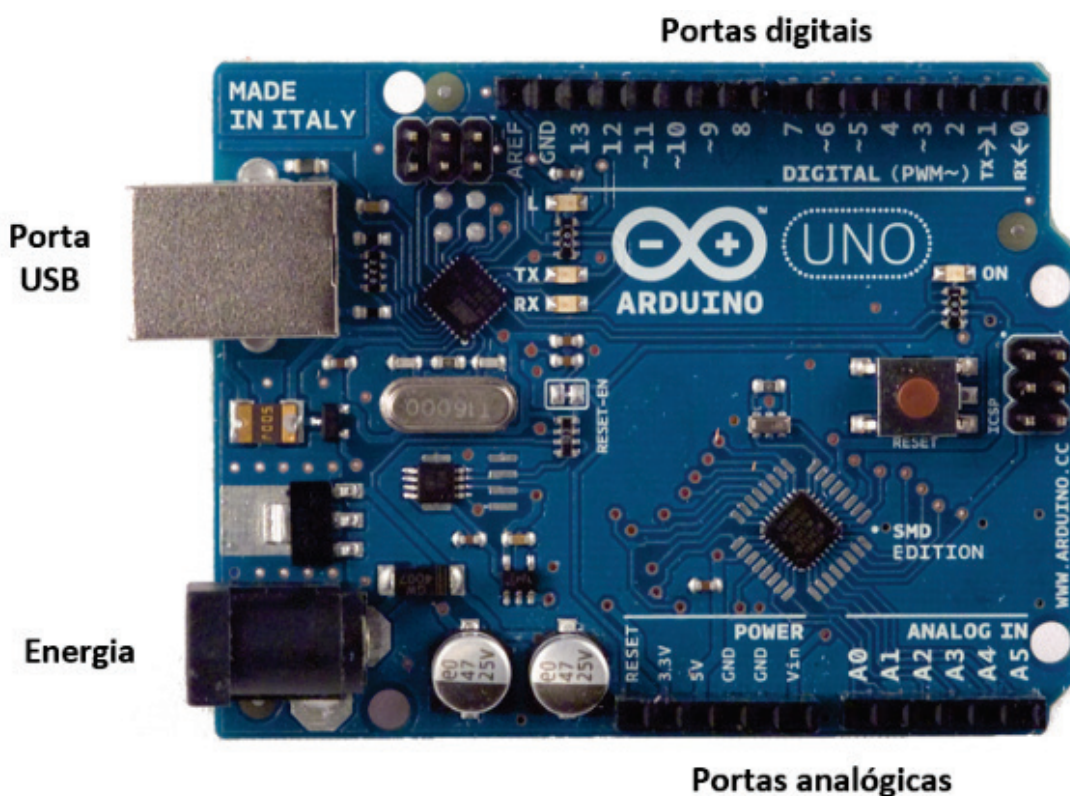


Figura 3 - Placa Arduino Uno.

Fonte: Disponível em: <https://www.arduino.cc/en/Guide/MacOSX>

O Arduino é muito utilizado para o desenvolvimento de computação física, pelo uso associado de computação e eletrônica, programando sensores e atuadores para a prototipação de objetos físicos, dispositivos robóticos, para interação com seres

humanos. Por ser uma placa opensource, muitos desenvolvedores criaram outras placas derivadas do Arduino.

O Arduino possibilita as ligações dos sensores e atuadores (Apêndice A), por meio de placas de montagens provisórias, como as Protoboards (Apêndice A), que consistem em placas com furos e conexões condutoras para montagem de protótipos de circuitos elétricos.

De acordo com Bastos, Borges e D'Abreu (2010 p. 4), “através do uso de sensores e atuadores, muitos conceitos podem ser abordados, além de desenvolver o universo lúdico do aluno”.

A utilização de placas de prototipagem, como o Arduino, na educação básica não se limita apenas à aproximação dos alunos com a programação. A intenção vai além, buscando o uso da programação como uma ferramenta para a construção do conhecimento, conforme defende Bastos, Borges e D'Abreu (2010).

Seu ambiente de programação é o software Processing, baseado na linguagem C, porém também permite ser programado pelo Scratch 2.0 offline, com a configuração e instalação de alguns programas, sendo eles a IDE do Arduino, Python, PySerial e PyMata. Existe um pacote com instalador direto, sendo possível encontrar o arquivo e o tutorial de instalação no site Hackeduca, no link: <http://bit.ly/2bbEOC9>. O uso do Scratch 2.0 denotou-se mais acessível para desenvolver trabalhos com alunos do Ensino Fundamental. A seguir, apresentamos a programação do Arduino com o Scratch 2.0.

Programação do Arduino com o Scratch 2.0 offline

Com a instalação dos programas disponibilizados no site Hackeduca, é possível programar o Arduino com o Scratch 2.0. O diferencial é que, após a configuração, no Scratch são inseridos os comandos para programação do Arduino, os quais aparecem na aba “Mais blocos”, conforme demonstrado na Figura 4.

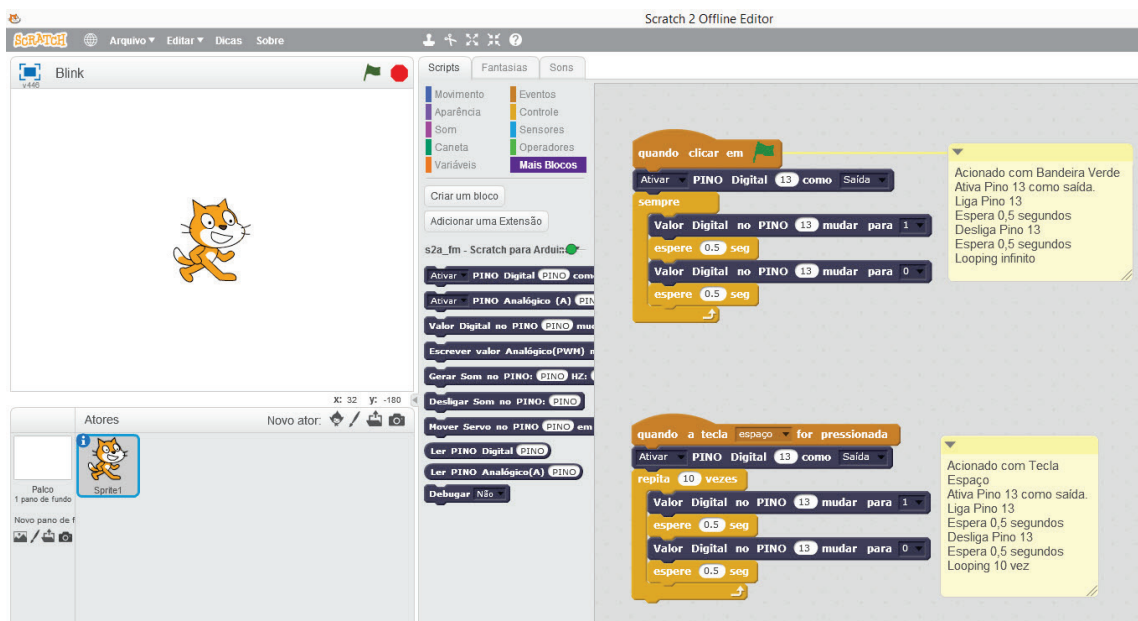


Figura 4 - Blocos disponíveis para programação do Arduino no Scratch 2.0 offline.

Fonte: Autoria própria.

O Arduino programado com Scratch pode ser utilizado para auxiliar o aluno no processo de aprendizagem, tornando a tecnologia um instrumento do seu desenvolvimento pessoal (BASTOS; BORGES; D'ABREU, 2010).

Nas imagens a seguir (Figura 5 e Figura 6), é possível comparar a facilidade de programação obtida com o Scratch. Este programa permite ligar o LED, o qual piscará a cada 1 segundo, em uma sequência de 10 vezes; após, ficará aceso constantemente.

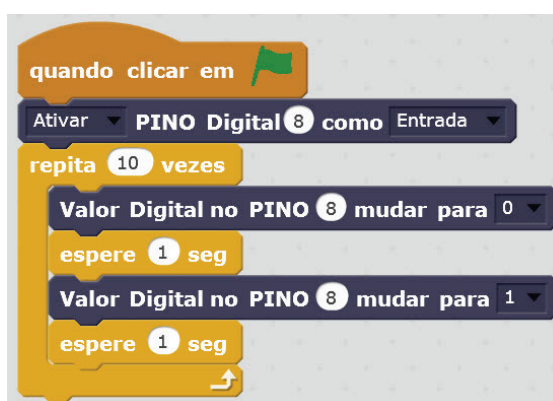


Figura 5 - Programação para piscar o LED criada no Scratch 2.0 offline.

Fonte: Autoria própria.



Figura 6 - Programação para piscar o LED criada na IDE do Arduino.

Fonte: Biblioteca IDE do Arduino.

Como é possível observar na figura 5, a programação consiste apenas em arrastar os blocos com os comandos para ativar o pino digital em que o LED está conectado. Dessa forma, a acessibilidade para os estudantes é garantida, pois o bloco diz claramente o que será realizado. Por outro lado, na figura 6, além de a linguagem ser no idioma inglês, os comandos precisam ser digitados corretamente, pois qualquer falha ocasionará erros de sintaxe. Por esse motivo, foi escolhido o Scratch para programação da placa Arduino, garantindo assim uma linguagem acessível e de fácil compreensão para os alunos.

4.5.3 Makey Makey

O Makey Makey (Figura 7) é uma placa de circuito impresso com um microcontrolador Arduino ATMEGA32U4, que funciona substituindo as funções do mouse e/ou do teclado, por meio de conexões com fios de “garra jacaré”. Seu poder inovador está na característica de conexão com materiais pouco condutivos como, por exemplo, massa de modelar, corpo de pessoas, líquidos ou até mesmo frutas e legumes. Essas conexões podem virar uma extensão criativa do computador,

favorecendo a interação, pois utiliza o protocolo de dispositivo de interface humana (HID) para se comunicar com o computador, permitindo enviar sinais das teclas pressionadas, cliques e movimentos do mouse (SILVER; ROSENBAUM, 2016).

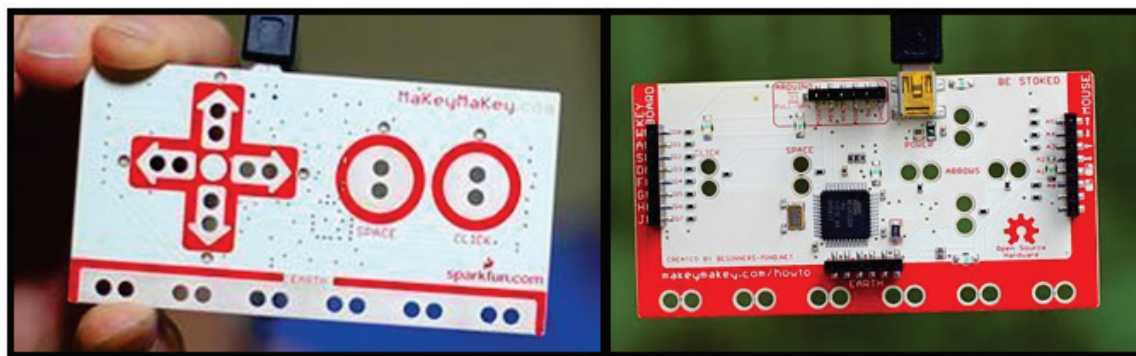


Figura 7 - Placa Makey Makey frente e verso.

Fonte: Disponível em: <http://www.makeymakey.com/>

Dispensa qualquer conhecimento prévio sobre programação ou eletrônica, basta conectar os cabos e utilizar em qualquer programa de computador, desde um simples editor de texto, páginas da Web ou até mesmo ambientes de programação como o Scratch.

Neste trabalho, o Makey Makey foi utilizado para fomentar a discussão da condução de eletricidade pela utilização de materiais de baixa condutividade e materiais isolantes.

Todos esses materiais descritos anteriormente foram utilizados no planejamento da sequência didática relatada a seguir.

5. Sequência didática para exploração do tema energia:

descrição e análise dos dados

O conteúdo energia foi escolhido de acordo com o currículo de Ciências que seria abordado nos quintos anos nos trimestres em que o trabalho foi desenvolvido na escola.

Toda a elaboração da sequência didática foi realizada em uma parceria entre a professora da sala de aula e a professora-pesquisadora. O objetivo principal era que os alunos fossem capazes de identificar algumas fontes de energia e entender a sua aplicação na vida cotidiana em diferentes ambientes. Os demais objetivos específicos foram detalhados e podem ser verificados na sequência didática descrita no item 5.1.1.

Já no primeiro contato com os alunos, a professora-pesquisadora esclareceu que fariam um trabalho durante alguns meses e que desenvolveriam, como produto final, um jogo digital programado no Scratch (ambiente já conhecido e utilizado pelos alunos).

5.1 Desenvolvimento da sequência

A sequência didática foi desenvolvida durante o segundo e o terceiro trimestres de 2016. Para a definição dos conteúdos, tomamos como base a tipologia proposta por Zabala (1999), que caracteriza os conteúdos em: conceituais, procedimentais e atitudinais. Assim como Zabala (1999, p.8), acreditamos que não é possível propor estratégias didáticas “nas quais se considere que os conteúdos procedimentais são aprendidos ou podem ser aprendidos de uma maneira significativa, desvinculados dos conteúdos conceituais e atitudinais”. Na aprendizagem todos esses conteúdos estão inter-relacionados, conforme esclarece Zabala:

No momento de aprender estamos utilizando ou reforçando simultaneamente conteúdos de natureza conceitual, procedimental e atitudinal. Isso, claro, sempre que as aprendizagens não sejam puramente mecânicas (ZABALA, 1999, p.9).

Dessa forma, compreende-se que existem “conteúdos que é preciso “saber” (conceituais), conteúdos que é preciso “saber fazer” (procedimentais) e conteúdos que admitem “ser” (atitudinais)” (ZABALA, 1999, p.8).

No desenvolvimento das atividades, o trabalho foi dividido em etapas de acordo com os três momentos pedagógicos descritos por Delizoicov e Angotti (1990) e citados no capítulo 2: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento, os quais serão detalhados a seguir contemplando as atividades desenvolvidas.

5.1.1 Sequência didática planejada para o desenvolvimento do trabalho

A sequência didática foi elaborada em parceria com a professora responsável pela turma, buscando atender às especificidades do conteúdo que deveria ser trabalho no trimestre. Segue a versão que foi planejada previamente.

Justificativa:

O conteúdo de energia está previsto como conteúdo da turma do 2º ano do ciclo II.

Apesar de os alunos já conviverem com diferentes tipos de energia e terem contato com este termo na mídia, que frequentemente trata de temas como apagões, crise das usinas hidrelétricas, aumento dos preços dos combustíveis, dentre outros, o seu conceito ainda é abstrato e difícil de compreender apenas por meio de recursos teóricos.

Diante disso, desenvolvemos essa sequência didática buscando alternativas para tornar concreta essa teoria, contextualizando o tema no cotidiano dos alunos, por meio de experiências práticas e construção de jogos que pudessem favorecer a pesquisa e construção de conhecimentos pelos alunos.

Objetivo geral:

Espera-se que, com este trabalho, os alunos possam identificar algumas fontes de energia e entender a sua aplicação na vida cotidiana em diferentes ambientes, refletindo sobre o uso consciente das energias renováveis e não renováveis, sistematizando os conhecimentos pela criação de um jogo digital.

Objetivos específicos:

Ao final do trabalho, espera-se que os alunos sejam capazes de alcançar os seguintes objetivos conceituais, atitudinais e procedimentais:

Conceituais:

- Compreender como as diferentes fontes de energia são utilizadas no nosso cotidiano;
- Reconhecer os fatores que compõem a tarifa de energia elétrica;
- Compreender como é produzida a energia elétrica;
- Conhecer os elementos de um circuito elétrico;
- Identificar diferentes fontes de energia;
- Entender como ocorre a transformação de um tipo de energia para outro;
- Diferenciar fontes de energia renováveis e não renováveis;
- Compreender como é feita a distribuição de energia para os diversos ambientes;
- Compreender que a energia pode ser armazenada;

Atitudinais:

- Participar das atividades propostas argumentando e posicionando-se frente aos diferentes questionamentos;
- Valorizar a pesquisa como busca de informações;
- Respeitar as regras de organização do grupo na hora da discussão;
- Tomar decisões colaborativas nas atividades em grupo;
- Refletir e tomar decisões sobre formas de diminuir o consumo de energia elétrica;

Procedimentais:

- Localizar dados na conta de energia elétrica;
- Criar narrativas para a construção de jogos integrando os conceitos científicos;
- Montar circuitos elétricos;
- Programar jogos digitais;
- Integrar placas e circuitos físicos com o jogo digital;
- Usar corretamente o vocabulário científico básico.

Desenvolvimento:

Etapa 1 - Aulas prévias:

Apresentar o Scratch 2.0 para os alunos, criando coletivamente uma animação inicial para explorarem os comandos.

Rever a animação criada e influenciá-los a acrescentar desafios voltados para a construção de jogos, incluindo o uso de variáveis para contagem de tempo e pontuação, comandos “anuncie”, dentre outros.

Etapa 2 - Discutindo o tema “Energia”:

Atividade 1:

Introduzir o tema dividindo os alunos em 6 grupos, sendo que cada um receberá uma reportagem que trate do tema.

Orientação Didática (O.D.): Utilizar a reportagem “Relembre os maiores blecautes das últimas décadas pelo mundo”, disponível em:

<http://ultimosegundo.ig.com.br/apagao/relembre+os+maiores+blecautes+das+ultimas+decadas+pelo+mundo/n1237786435371.html>. Acesso em 29 de março de 2016.

Para cada grupo, entregar a introdução e o trecho de um dos 6 subtítulos: Indonésia às escuras, Blecaute na Itália, Crise energética na Califórnia, Primeiro grande apagão brasileiro, "Noite do Terror" de 1977, O primeiro grande apagão.

Após a leitura, solicitar para cada grupo explicar o que ocorreu em cada lugar e, ao final da discussão, levantar questionamentos para que percebam qual o tema comum que envolve todos os exemplos, verificando se conseguem chegar ao tema “energia”.

Atividade 2:

Após conferido o tema do trabalho, verificar os conhecimentos prévios dos alunos.

Elaborar cartazes para registrar o que eles conhecem sobre:

- Para que precisamos de energia?
- De onde vem a energia?
- A energia pode ser transformada?
- É possível armazenar energia? Como?

O.D.: preparar um cartaz para cada tema e entregar post-it para os alunos, em grupo, escreverem palavras-chaves para cada questão, e, coletivamente, colar no cartaz as respostas deles e discutir as conclusões. No decorrer do trabalho, o cartaz será

retomado e modificado com os novos aprendizados, comparando, na discussão, o que eles aprenderam.

Atividade 3:

Desenhar uma casa separada por cômodos e os diversos aparelhos que ela contém, os quais necessitam de alguma fonte de energia.

Coletivamente completar um quadro no Google Drive relacionando o aparelho ao resultado que a energia proporciona. Ex.: TV = energia elétrica transformada em imagem e som (energia luminosa, sonora); Lâmpada = energia elétrica transformada em luz (energia luminosa e térmica) etc. Produzir um texto sobre a transformação de energia que podemos observar no dia a dia.

Atividade 4:

Retomar o quadro da atividade anterior e discutir com os alunos como é feito o pagamento de cada energia consumida (conta de energia elétrica, conta de gás ou compra de botijão de gás). Solicitar aos alunos que tragam contas de energia elétrica (ou de gás, caso tenham) para estudo na próxima aula.

O. D.: Esclarecer que deverão levar somente os alunos cujos pais permitirem, poderemos selecionar algumas para análise em dupla ou grupo.

Atividade 5:

Retomar o tema da aula anterior e discutir algumas formas de energia existentes que apareceram no preenchimento do quadro, como: energia elétrica, energia térmica, energia luminosa, energia sonora, energia química e energia cinética. Nomear e dar uma breve explicação para compreenderem a existência e esclarecer que estes conceitos serão desenvolvidos por cada grupo ao longo do trabalho.

Retomar a tarefa de trazer uma conta de energia elétrica e introduzir o tema da aula com o vídeo: Kika - De onde vem a energia elétrica?
www.youtube.com/watch?v=cJLnOk1BzXk

Discutir e contextualizar a análise da conta de energia.

Solicitar que os alunos acessem o site:

http://www.aneel.gov.br/arquivos/pdf/cartilha_1p_atual.pdf e, na página 10 e 11, verificar quais os custos de geração de energia elétrica. Encontrar algumas informações na conta, como: Qual a empresa que fornece energia; Qual o consumo do mês; Analisar o gráfico e verificar os meses com mais e menos consumo.

Ler na página 30 da cartilha Aneel

http://www.aneel.gov.br/arquivos/pdf/cartilha_1p_atual.pdf as dicas de redução de gastos de energia elétrica e discutir.

Atividade 6:

Introduzir a leitura do livro: O pinguim de geladeira, a preguiça e a energia elétrica, com o vídeo:

https://www.youtube.com/watch?v=oRQ_BIPR6Rs&feature=youtu.be, em seguida, realizar a leitura coletiva do livro (MERLI, Sergio. O pinguim de geladeira, a preguiça e a energia elétrica. São Paulo: Editora Melhoramentos, 2013).

Conversar sobre as atitudes de desperdício de energia que aparecem na história e retomar o quadro dos aparelhos elétricos dos cômodos da casa e pesquisar atitudes que podem ser adotadas para redução do consumo. Registrar o resultado da pesquisa no Drive.

Atividade 7:

Propor o jogo:

<http://www.museulight.com.br/AprendaBrincando/JogosUDetalhe.aspx> (funciona somente no Firefox). Em seguida, retomar a lista criada anteriormente, verificando se existem mais informações a serem acrescentadas.

Atividade 8:

Avaliar a compreensão dos alunos sobre medida e consumo de KWh e uso consciente de aparelhos eletrônicos utilizando o simulador do LabVirt: Uso consciente de eletrodomésticos, disponível em:

http://www.labvirt.fe.usp.br/simulacoes/fisica/sim_energia_compra_eletro.htm

Discutir o resultado de cada jogador e analisar nas discussões se houve alguma mudança de atitude na escolha dos eletrodomésticos.

Etapa 3 - Atividades práticas com Arduino e Makey Makey:

O. D.: Introduzir as aulas de Arduino programado com Scratch.

Compreender a ligação dos atuadores e sensores e ao mesmo tempo estudar o conceito de condução de energia. Propor 5 aulas de exploração com desafios. Ao final de cada aula, solicitar que escrevam individualmente o que aprenderam.

Atividade 1:

Compreender como funciona um circuito elétrico com a atividade de acender um LED no papel (Paper Circuit).

Retomar a conversa da aula anterior sobre circuitos elétricos, verificando como a energia chega até os eletrodomésticos. Assistir ao vídeo: “A eletricidade e a lâmpada elétrica”, disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=pqpVONj4wmY> e discutir. Fazer uma breve explicação sobre polos positivos e negativos do LED e da bateria e propor a criação de um circuito elétrico no papel disponibilizando os materiais: Papel sulfite A4, fita adesiva de cobre, LED e Bateria de 3V.

O. D.: Deixar os alunos discutirem como será realizada a atividade e, após montarem, discutir com eles o processo. Caso não utilizem as fitas de cobre como fios de ligação (positivo e negativo), retomar a discussão de circuito elétrico e fazer uma nova atividade, analisando as discussões em grupo.

Atividade 2:

Conhecer o Arduino e suas possibilidades.

Propor o jogo PhET Kit de construção de circuito DC:

https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/circuit-construction-kit-dc

Atividade 3:

Scratch/Arduino: LED e LDR (energia elétrica, sensores e automação) - entender as portas do Arduino de 5v, Gnd e porta digital para acender um LED e a função das portas digitais para acender um sensor LDR.

Em seguida, oferecer um tutorial para acender o LED e outro sobre o acionamento do LDR e propor um desafio no Scratch para criar uma programação com uma condicional para acender o LED com a leitura do LDR. Finalizada a atividade, mostrar a possibilidade de trocar o LDR por outros sensores ou pelo push button.

Atividade 4:

Scratch/Arduino: Motor (energia eólica) entender a ligação de motores e seu funcionamento por meio de energia eólica (vento) para acionar movimentos no Scratch. Iniciar a aula com uma discussão do vídeo Energia Eólica, do Jornal Nacional, exibido em 09/06/2012, disponível em:

<https://www.youtube.com/watch?v=XsuxJM6cX2s> em seguida, oferecer aos alunos um tutorial para fazer a ligação do motor e propor um desafio no Scratch para criar ações decorrentes do acionamento da turbina de energia eólica.

Atividade 5:

Scratch/Arduino: Placa de energia solar (transformação de energia). Entender a ligação de placas de energia solar e como ela pode alimentar fontes que necessitam de energia elétrica. Iniciar a aula com uma discussão do vídeo “Espelhos e Robôs geram energia solar” exibido no Jornal da Globo em 2010, disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=WDQdhBVZd6o>, em seguida, oferecer aos alunos um tutorial para acionar atuadores por meio da placa e propor um desafio para relacionar a ligação realizada com alguma animação no Scratch.

Atividade 6:

Scratch/Makey Makey: Condução de eletricidade. Ver o vídeo “Mad Science - Eletricidade e condutores”:

<http://criancas.uol.com.br/ultnot/multi/2010/06/29/04029A386ED4A10346.jhtm> para entender o que são materiais condutores e isolantes. Serão explicadas para os alunos as ligações do Makey Makey e eles receberão materiais condutores e não condutores para testarem qual dará a ligação e serão desafiados a criar uma tarefa no Scratch que funcione por meio dos comandos do material que conduzir eletricidade.

Etapa 4 – Analisando e pesquisando jogos:**Atividade 1:**

Apresentar uma seleção de jogos de Ciências criados no Scratch e outros jogos que não são do Scratch, mas referentes ao tema abordado, para os alunos jogarem e avaliarem um dos jogos analisando aspectos referentes a jogabilidade, conteúdo, desafios, dentre outros previamente determinados.

O. D.: esta atividade será importante para os alunos refletirem sobre os aspectos que poderão incluir nos seus jogos.

Atividade 2:

Avaliar os resultados da avaliação dos jogos, analisando os aspectos observados de modo a discutirem o que pode ser incluído no jogo e o que é preciso evitar. Propor uma tempestade de ideias para decidirem alguns pontos em comum dos jogos.

Após compreenderem as possibilidades de criação com Scratch, Arduino e Makey Makey e terem analisado alguns aspectos dos jogos, propor a criação da narrativa do jogo.

O. D.: lembrá-los da importância de contemplar os diferentes temas que vamos estudar em energia: produção, armazenamento, transformação, fontes alternativas. Sugerir que pesquisem jogos criados no Scratch, disponíveis na comunidade, para terem ideias de jogos a serem criados: <https://scratch.mit.edu/> e pesquisar os projetos do site:

<http://www.comofazerascosas.com.br/mini-gerador-de-energia-manual-movido-a-manivela.html>

Etapas 5 – Criação dos jogos:

Atividade 1:

Após conhecer a possibilidade de diferentes fontes de energia, retomar a casa das aulas iniciais e verificar o conhecimento dos alunos sobre a possibilidade de utilizar outras fontes de energia em residências. Contar a história da casa ecológica da ONG Pupa Permacultura, como se não existisse. Discutir com eles se é possível existir atualmente uma casa nestes moldes e, em seguida, assistir o vídeo produzido a partir da visita das professoras a uma casa que utiliza fontes alternativas de energia.

Após o vídeo, levantar as alternativas que apareceram como fontes alternativas de energia.

Como atividade de sistematização: propor aos alunos que produzam um texto colaborativo contando as descobertas sobre as fontes alternativas de energia utilizadas em residências. Propor a criação de um jogo que possibilitasse a disseminação de ideias que utilizassem fontes alternativas de energia em residências, e/ou estratégias para uso consciente de energia.

Atividade 2:

Discutir coletivamente como poderá ser criado o jogo, qual narrativa pode envolver todos os grupos.

Organizar os alunos em 5 grupos (2 grupos com 5 alunos e 3 grupos com 4 alunos) para traçarem as estratégias do jogo de cada dupla e escrever a narrativa que será desenvolvida. Após terem criado a narrativa, propor a socialização das ideias para contribuições dos demais colegas.

Atividade 3:

Para efetivar o jogo, será necessário que os alunos relacionem, a partir da narrativa criada, quais informações científicas são necessárias. Incentivá-los a realizar pesquisas e buscar aprofundamento no tema abordado por cada grupo (ex.: se

optaram por energia eólica, pesquisar em quais locais do Brasil é possível ter, o que precisa para gerar a energia, o que pode alimentar este tipo de energia, quais suas limitações e benefícios, dentre outras necessidades).

O. D.: Lembrar os alunos que é necessário ter cuidado para não colocarem erros conceituais, em caso de dúvida é preciso procurar em fontes variadas.

Atividade 4:

Elaborar a narrativa coletiva do jogo, unificando as ideias em um único jogo

Atividade 5:

Após finalizadas as pesquisas, criar um gabarito do jogo, relacionando os materiais necessários (sensores, atuadores, materiais alternativos, etc).

Atividade 6 - Próximas aulas:

O. D.: Disponibilizar ao menos um mês para a programação dos jogos.

Organizar o material necessário e iniciar a programação do jogo. Concomitantemente, cada grupo montará experimentos simples relacionados ao tema escolhido pelo seu grupo, em seguida, produzirão o texto instrucional explicando como montar os experimentos e o texto narrativo explicando os fenômenos observados nos experimentos

Atividade que deverá acontecer junto com a construção dos jogos: Montar experimentos simples para demonstrar a transformação de energia.

Etapa 6 – Socialização dos jogos:

Atividade 1:

Finalizados os jogos, será feito um revezamento para os alunos conhecerem, jogarem e avaliarem os jogos dos demais grupos. Após avaliarem, darão as sugestões para os criadores de cada jogo, para que possam averiguar a necessidade de alterações e melhorias dos jogos.

Etapa 7 - Resgate histórico do uso da energia elétrica na sociedade

Vencida a etapa de aprendizagem sobre o uso da energia no cotidiano e suas diferentes fontes, será realizado um resgate histórico do uso da energia elétrica na sociedade.

O. D.: com o intuito de contextualizar o tema social e historicamente, verificando a importância de se trabalhar com a história das Ciências.

Proposta: Criação de um ebook com contexto histórico para acompanhar os jogos (“Para saber mais” sobre a história das Ciências).

Avaliação:

Acontecerá no decorrer de todo o processo, por meio de observação, registro e análise das atividades dos alunos. Nos projetos em grupo serão analisados a participação, o envolvimento e a produção coletiva. Será elaborado um portfólio de aprendizagem incluindo anotações, esboços dos projetos, registros das aprendizagens, ilustrações e o diário de bordo escrito por cada aluno.

A seguir, descrevemos o desenvolvimento do trabalho organizado de acordo com os três momentos pedagógicos.

5.1.2 Primeiro momento pedagógico: Problemática inicial

O primeiro momento pedagógico, contemplando a problematização inicial, foi desenvolvido buscando não apenas introduzir o tema, mas contextualizá-lo, identificar os conhecimentos prévios dos alunos e despertar a curiosidade para aprofundamento dos conhecimentos. Porém, anterior a essa etapa, foi necessário realizar uma apresentação da professora e estabelecer os primeiros contatos por meio de aulas prévias.

Etapa 1: Aulas prévias

O trabalho foi iniciado com a apresentação da professora-pesquisadora para os estudantes. A professora da turma explicou que teriam a companhia da pesquisadora para desenvolverem um trabalho em parceria, utilizando os recursos tecnológicos que existiam na escola e que teriam aulas envolvendo ciências e tecnologias.

Após a apresentação de todos, realizamos uma conversa sobre o que eles já haviam desenvolvido utilizando as tecnologias. Os alunos descreveram suas criações iniciais utilizando o Scratch e seus conhecimentos prévios em relação à programação de animações. Foi explicado que estudaríamos um conteúdo de Ciências e que os alunos teriam como desafio a criação de um jogo digital durante o processo, para que pudessem compartilhar com as outras turmas da escola as suas descobertas.

Etapa 2: Discutindo o tema “Energia”

Atividade 1: Problematização inicial

Após essa apresentação inicial, o tema foi introduzido com a reportagem “Relembre os maiores blecautes das últimas décadas pelo mundo”⁹. A turma, com 22 alunos presentes no dia, foi dividida em seis grupos (quatro grupos com quatro alunos e dois grupos com três alunos) e cada grupo recebeu o início da reportagem com a manchete principal e a introdução com o tema “Grandes apagões aconteceram em países como Estados Unidos, Itália e Indonésia”, além de mais um dos seguintes subtemas da reportagem:

- Blecaute na Itália
- O primeiro grande apagão
- Primeiro grande apagão brasileiro
- Noite do Terror de 1977
- Crise energética na Califórnia
- Indonésia às escuras

A leitura foi realizada pelos grupos e, quando todos finalizaram, foi solicitado que explicassem o que ocorreu em cada lugar. Foram estimuladas discussões e feitos questionamentos para que os alunos percebessem e indicassem qual o tema comum que envolvia todos os itens lidos. Logo os alunos disseram que se tratava do tema “energia” e aproveitamos para discutir que esse seria o tema do nosso estudo e que se tratava de uma questão que envolve o nosso cotidiano. Também esclarecemos, nesse momento, que uma das metas do trabalho seria programar um jogo sobre o assunto.

Atividade 2: Levantamento dos conhecimentos prévios

Na sequência, foram sondados os conhecimentos e interpretações prévias dos alunos sobre o tema, por meio dos seguintes questionamentos:

- Para que precisamos de energia?
- De onde vem a energia?
- A energia pode ser transformada?
- É possível armazenar energia? Como?

⁹ Reportagem disponível em:

<<http://ultimosegundo.ig.com.br/apagao/relembre+os+maiores+blecautes+das+ultimas+decadas+pelo+mundo/n1237786435371.html>> Acesso em: 29 mar. 2016

Como forma de sistematização e registro das respostas, foi preparado um cartaz para cada tema, para que os alunos preenchessem com as respostas definidas nos grupos, o qual foi retomado no decorrer do trabalho.

Na problematização inicial, foi detectado que os conhecimentos prévios dos alunos se limitavam, em sua maioria, aos relacionados à energia elétrica produzida em hidrelétricas e tinham algumas hipóteses sobre transformação e armazenamento de energia, sem saber justificar com precisão.

Na questão “Para que precisamos de energia?”, os argumentos dos alunos foram: para não acontecer acidentes (trânsito), para conservar os alimentos, para o comércio, para usar eletrodomésticos, para iluminar as cidades e para sacar dinheiro.

Quando questionados sobre “De onde vem a energia?”, os argumentos foram: vem da água, da usina “elétrica”, da empresa, dos postes de luz. Apenas uma aluna (A7¹⁰) disse que “pode vir do Sol”.

Sobre o armazenamento de energia em relação à questão “É possível armazenar energia? Como?”, apenas um aluno respondeu que não e outro ficou em dúvida. Os demais disseram que sim: nas usinas ou lugares específicos, por máquinas, pela água. A aluna A7 respondeu que é possível nas placas solares. Demonstraram conflitos entre o conhecimento sobre produção e armazenamento de energia. Curiosamente, nenhum aluno lembrou das pilhas e baterias, tão próximas da realidade deles, pois ainda entendiam que a energia era obtida apenas pela rede elétrica.

Em relação à transformação de energia, em resposta à questão “A energia pode ser transformada?”, apenas dois alunos responderam que sim, sendo: “sim, energia solar em elétrica” e “sim, se a energia for transformada em água novamente, sim”.

Na discussão ao final da aula sobre as aprendizagens do dia, também foi verificado que eles desconheciam o termo blecaute, conforme é possível verificar pelo registro escrito¹¹ do aluno A11 ao final da aula: “Aprendi que também é possível ficar sem luz e sem energia na maior parte do país sofrendo um blackout a eu esqueci de mencionar a demora para voltar”.

¹⁰ Para garantir o anonimato, os alunos foram denominados por siglas: A1, A2, A3,...A23.

¹¹ O texto foi reproduzido da forma como as crianças escreveram e, por isso, não houve correção de ortografia e gramática.

Diagnosticados os conhecimentos prévios e introduzido o tema, iniciamos o momento de organização do conhecimento, de modo a favorecer o estudo sistematizado dos conhecimentos científicos e o avanço dos conhecimentos prévios.

5.1.3 Segundo momento: Organização do conhecimento

De acordo com Lorenzetti, Viecheneski e Carletto (2012, p. 866), a ação do professor ganha destaque nesse momento, pois “poderá desenvolver as mais variadas atividades, a favor de que o aluno possa desenvolver a conceituação identificada como fundamental para a compreensão científica das situações problematizadas”. Para isso, utilizamos, no decorrer do processo, diversos recursos audiovisuais para desenvolvimento do tema, como livros de literatura infantil, artigos da Revista Ciência Hoje das Crianças, simuladores virtuais e sites específicos com conteúdos científicos próprios para leitura por crianças, além de atividades práticas possibilitadas pelo uso de recursos tecnológicos, placas de prototipagem e programação.

Atividade 3: Uso da energia no dia a dia

Partimos do ambiente vivenciado pelos alunos, propondo a observação das suas moradias e da análise das contas de energia elétrica. Para isso, os alunos iniciaram desenhando coletivamente uma casa separada por cômodos e os diversos aparelhos que ela contém, os quais necessitam de alguma fonte de energia.

Atividade 4: Registro e análise do quadro

Realizaram o registro em um quadro no Google Drive (Apêndice B), relacionando o aparelho ao resultado que a energia proporciona, exemplo: TV = energia elétrica transformada em imagem e som (energia luminosa, sonora); Lâmpada = energia elétrica transformada em luz e calor (energia luminosa e térmica). Assim foi possível discutir e aprofundar as questões sobre transformação e armazenamento de energia. Os registros escritos dos alunos ilustram as impressões dos estudantes sobre os novos aprendizados:

Tem energia térmica, energia química, energia sonora, e mais algumas que eu esqueci.

A energia do controle é a pilha.

Nos fios dos postes passa a energia que vai para as casas que deixa as casas com energia.

A energia sonora vem da gente quando a gente fala, a solar vem do sol e a cinética vem da rapidez do nosso corpo, a lâmpada acende com a energia.

(A2)

Eu aprendi que tem várias energias diferentes e eu aprendi duas do calor e do movimento. (A18)

Eu aprendi sobre vários tipos de energia e tem vários tipos, a energia solar e a elétrica foi a que eu mais gostei. Porque, como a gente viveria sem eletricidade por exemplo as indústrias e as empresas os restaurantes e todas essas coisas. (A11)

Retomando o quadro da atividade anterior, foi discutido com os alunos como é feito o pagamento de cada energia consumida (conta de energia elétrica, conta de gás ou compra de botijão de gás). Foi solicitado aos alunos que levassem uma destas contas na próxima aula, esclarecendo que seria um trabalho em grupo e poderia trazer somente quem a família autorizasse.

Atividade 5: Análise da conta de energia elétrica

Na aula seguinte, um aluno levou uma conta de gás, que pode ser visualizada e comentada por todos e outro aluno levou uma conta de energia elétrica, a qual foi fotocopiada para os grupos realizarem a atividade.

Para discussão das contas de energia, iniciamos assistindo ao vídeo: “Kika - De onde vem a energia elétrica?”¹². De maneira simples, o vídeo contribuiu para as discussões sobre a produção de energia nas usinas hidrelétricas, conforme foi relatado pelos alunos:

Aprendemos que a energia pode vir das forças do rio e que os construtores feis uma barreira para a água do rio não sair, aí eles colocam tipo um escorregador para cair a água para gerar a energia. (A12 – Relato escrito)
(...) o vídeo que a professora Elaine passou para agente assistir me ajudou bastante eu não sabia que a energia vinha da água. (A10 – Relato escrito)

Em seguida, acessaram a página da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel)¹³ e verificaram quais os custos de geração de energia elétrica. Discutimos como encontrar algumas informações na conta, por exemplo, qual empresa fornece energia e qual o consumo do mês. Também exploramos como analisar o gráfico constante na conta e verificar os meses com mais e menos consumo.

¹² Disponível em <www.youtube.com/watch?v=cJLnOk1BzXk>.

¹³ Disponível em <http://www.aneel.gov.br/arquivos/pdf/cartilha_1p_atual.pdf>

Atividade 6: Economia de energia

Dando continuidade à discussão sobre economia de energia, realizamos a leitura do livro “O pinguim de geladeira, a preguiça e a energia elétrica”¹⁴, o qual favoreceu a discussão sobre as atitudes de desperdício de energia que aparecem no decorrer da história, sendo retomado o quadro dos aparelhos elétricos dos cômodos da casa. Em seguida, os alunos pesquisaram outras atitudes que podem ser adotadas para redução do consumo e registraram o resultado da pesquisa em um documento compartilhado no Google Drive. Livrementemente, os alunos ilustraram seus textos com imagens que escolheram na Internet.

O Quadro 2, a seguir, agrupa as questões que predominaram nas respostas dos 6 grupos, além de destacar questões de economia que não diziam respeito à energia e algumas respostas curiosas que chamaram a atenção. As atividades dos grupos podem ser observadas no Apêndice C.

Quadro 2 - Respostas dos grupos sobre a economia de energia.

Respostas mais frequentes	Outras questões que surgiram, relacionados à economia de água	Curiosidades, citadas por um único grupo cada
Tomar banhos rápidos (5 grupos). Aproveitar a luz do sol (6 grupos). Fechar a geladeira (6 grupos). Desligar aparelhos em geral (6 grupos). Desligar a televisão quando dormir (6 grupos). Apagar as Lâmpadas (4 grupos). Não deixar o Ferro de passar roupas ligado (5 grupos).	Escovar dentes com torneiras fechadas (2 grupos). Não lavar carros com mangueiras (1 grupo). Verificar vazamentos (1 grupo). Acumular roupas para lavar (1 grupo).	Não dormir quando estiver tomando banho. Não colocar o dedo na tomada. Fazer mais atividades físicas e ficar menos tempo em aparelhos eletrônicos. Evitar usar os aparelhos domésticos de casa. Desligar o despertador quando acordar. Usar despertador a pilha. Não ficar muito tempo em casa.

Fonte: Autoria própria.

¹⁴ MERLI, Sergio. *O pinguim de geladeira, a preguiça e a energia elétrica*. São Paulo: Editora Melhoramentos, 2013.

Em relação às questões mais frequentes, todas elas estavam presentes no livro que foi lido. As atitudes apresentadas demonstraram um caráter predominantemente individual, não retratando responsabilidades coletivas. Esse aspecto ficou nítido na frase “Não ficar muito tempo em casa”, considerando que a economia deve ocorrer somente dentro do espaço da própria casa, como se nos espaços coletivos não houvesse consumo de energia. O incentivo de usar despertador a pilha demonstra a necessidade de economizar apenas a energia elétrica, reduzindo o valor da conta, não levando em conta outras fontes de energia.

Na aula seguinte, as diferentes respostas dos alunos foram socializadas. Com a facilidade do documento compartilhado, todos os grupos tiveram acesso e realizaram a leitura das respostas dos demais grupos. Discutiram coletivamente questões de economia de água que apareceram e algumas dicas que, para alguns alunos, causaram estranhamento, como, por exemplo, a dica oito do grupo três “não durma enquanto estiver tomando banho”.

Atividade 7: Jogo Museu Light

A atividade 7 foi cancelada porque as configurações dos computadores e dos netbooks não permitiram o funcionamento do jogo. Como realizamos os testes previamente e verificamos o não funcionamento, no dia da aula propomos a atividade 8 logo após a aula da atividade 6.

Atividade 8: Simulação LabVirt

Para verificar a conscientização quanto ao uso de eletrodomésticos, foi proposta a simulação “Compra de eletrodomésticos” disponibilizada no LabVirt¹⁵, que propõe que o usuário compre eletrodomésticos para mobiliar uma casa e calcula, com base no tempo de uso e consumo de cada aparelho, o gasto mensal de energia elétrica da casa. Dessa forma, os alunos calcularam o gasto mensal em uma casa idealizada por eles. Os resultados foram muito curiosos nos diferentes grupos, conforme é possível verificar nos registros escritos dos alunos:

No final do jogo o consumo de energia foi de R\$9.709,59. (A20)
 Nos aprendemos a economia de energia em um jogo. Nosso grupo foi o que gastamos mais. Nós gastamos R\$164.591,92 (A16)

Realizamos uma discussão a respeito dos diferentes e altos valores em cada grupo. Os alunos relataram que escolheram uma grande quantidade de

¹⁵ Disponível no link <http://www.labvirt.fe.usp.br/simulacoes/fisica/sim_energia_compra_eleto.htm>

eletrodomésticos e os deixaram ligados por muitas horas, mas não esperavam obter esse resultado. Perceberam também que alguns tipos de eletrodomésticos consumiam mais energia que outros.

Dessa forma, em relação à economia de energia, houve apropriação da linguagem e uso social do conhecimento. Ficou visível o entendimento sobre os tipos de lâmpadas na fala de A13:

Eu aprendi que existem lâmpadas que gastam mais e outras menos, como as lâmpadas LED. [...] as lâmpadas econômicas usam só a energia luminosa [...] e as que esquentam e iluminam estão proibidas.

Dando prosseguimento ao planejamento da atividade sequenciada, iniciamos as aulas práticas com os recursos tecnológicos, utilizando placas de prototipagem como “Arduino” e placa de condução de energia “Makey Makey”, por meio de uma sequência de seis aulas.

Etapa 3 – Atividade práticas com Arduino e Makey Makey

Atividade 1: Paper Circuits

A primeira aula tratou do funcionamento de um circuito elétrico. Os alunos acenderam um LED no papel, a partir de uma proposta inspirada no “Paper Circuit” proposto por Jie (2012). Iniciaram assistindo ao vídeo: “A eletricidade e a lâmpada elétrica”¹⁶. Em seguida, criaram um circuito elétrico utilizando Papel sulfite A4, fita adesiva de cobre, LED e Bateria de 3V. Foi retomada a conversa da aula anterior sobre circuitos elétricos, verificando como a energia chega até os eletrodomésticos. Os estudantes receberam orientação sobre como fazer a identificação dos polos positivos e negativos do LED e da bateria e foram desafiados a utilizar as fitas adesivas como fios condutores de energia para formar um circuito completo. Não foi dado nenhum passo a passo com o intuito de investigar as hipóteses e discussões que seriam geradas nos grupos.

Os alunos tentaram utilizar a fita adesiva como fio condutor, mas não conseguiram perceber o modo de fazer a conexão da bateria nos dois polos. Sendo assim, todos os grupos ligaram o LED direto na bateria e utilizaram a fita de cobre como simples adesivo para fixar o material no papel (Figura 8 esquerda). Foi discutida a primeira ligação em uma roda de conversa e, com exemplos reais de como a ligação

¹⁶ Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=pqpVONj4wmY>>

de uma lâmpada é feita, eles perceberam a necessidade de ligar o LED utilizando o fio (Figura 8 direita).

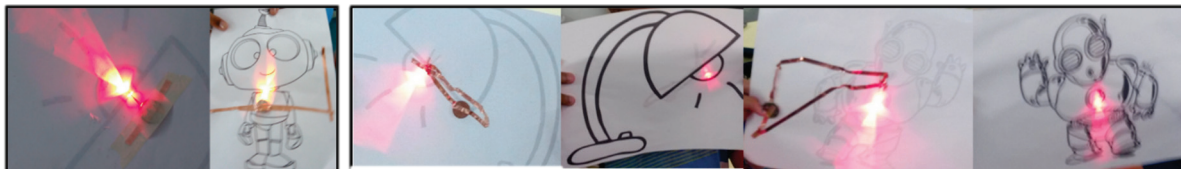


Figura 8 - Dir. Utilização da fita condutiva apenas como adesivo, Esq. ligação da fita como condutora dos polos positivos e negativos.

Fonte: Autoria própria: Registro fotográfico das atividades dos alunos.

Desta forma, retomaram a atividade e discutiram nos grupos formas de realizar a ligação. Um grupo discutiu que, se o lado da “perna maior” do LED era positivo, precisava colocar uma fita condutiva também maior para ligar no polo positivo. Grudaram a fita adesiva no polo positivo e tentaram dobrar a outra conexão (negativa) em cima da folha, conectando duas vezes no lado positivo da bateria. Precisaram de intervenção dos professores para entender como colocar a fita dos dois lados da bateria. Um aluno do grupo dois chegou à conclusão que deveria colocar o fio negativo do lado de baixo da bateria e o fio positivo do lado de cima que tinha o sinal de “+”; desta forma, conseguiram estabelecer a ligação. Os alunos dos primeiros grupos que conseguiram acender o LED foram ajudando os demais.

Quando os alunos foram interrogados sobre as dificuldades que encontraram, a Aluna 7 relatou:

A gente dobrou né, mas a gente tinha sempre que fazer retinho para poder ver qual era o positivo e qual era o negativo e colar certo. A bateria a gente teve que dobrar a folha e colar. (A7)

Questionamos se a dificuldade estava em achar o positivo e o negativo e ela respondeu novamente:

É, para ligar certinho. E também foi difícil colocar os fios em cima, toda hora que colocava ficava colando e descolando. (A7)

Iniciar o trabalho com circuitos de papel facilitou a compreensão do aluno, não apenas pelo fato de ser um material acessível, mas, inclusive, pelo fato de, nesta proposta, todas as ligações serem visíveis. Isso contribuiu para a percepção sobre como ocorrem as ligações da Protoboard utilizada para conexão com Arduino, o que

foi proposto na aula seguinte. Apesar das dificuldades relatadas, elas aconteceram pelo fato de não ter sido passada nenhuma explicação passo a passo antes da execução, com o intuito de analisar os conhecimentos dos alunos e as estratégias que utilizariam para executar a tarefa.

Como ressalta Jie (2012), nos circuitos de papel, todas as ligações estão abertas e acessíveis, diferente de uma Protoboard, em que as conexões reais são escondidas dentro da placa. Essa “abertura” propõe uma clareza no circuito, que é especialmente útil para a aprendizagem e depuração dos resultados. Do ponto de vista criativo, o fato de o circuito estar aberto também abre espaço para os criadores revisitarem e modificarem, a qualquer momento, os seus projetos com novas ideias.

Segundo Jie (2012), por ser o papel um material amplamente familiar, as pessoas incorporam a ele suas experiências anteriores, seus conhecimentos e habilidades prévias para explorar a eletrônica sem ser oprimido com informações novas.

Em relação aos aprendizados adquiridos, o aluno 13 relatou oralmente:

A gente aprendeu a ligar o LED na bateria com os fios que conduzem eletricidade para fazer o LED ligar na folhinha do desenho para gerar luz.
(A13)

Questionamos qual era o tipo de energia obtido nesse processo e ele respondeu:

Energia luminosa. (A13)

As aulas práticas possibilitaram uma vivência do conteúdo que estava sendo discutido, trazendo nos registros escritos dos alunos os benefícios desde as primeiras aulas:

Na aula de hoje aprendi a como ligar fios na prática, muito mais sobre o lado positivo e o negativo. (A10)

Hoje a gente aprendemos que se conectar + e - na lâmpada de LED ela acende, e é possível conectar o cobre de ferro e de alumínio que conduz a energia. (A11)

Hoje fizemos uma isperiencia com uma lâmpada pequena chamada LED, folha, bateria e fitas especiais, nos tínhamos que fazer acender, nos conciguimos (...) aprendi sobre a bateria energia química, a quelas fitas são duas uma feita de cobre e outra feita de alumínio, que fazia passar energia para o LED. (A20)

E hoje na aula de informática aprendemos sobre LED, e fizemos um trabalho muito legal, tivemos que fazer um LED acender, era com uma bateria e usar o cobre chegar até a bateria e acender a luz, e aprendemos também que a luz tinha o lado positivo e o negativo. (A15)

Eu aprendi a usar cobre e o alumínio e a bateria para ligar uma luz de LED então eu vou explicar como fazer isso pega a bateria e olha qual é o lado positivo e negativo lado positivo que tem um sinal de + e o lado negativo é o que tem o sinal de – agora pega o cobre tira a fita adesível para colar no papel e pega o LED e ver qual é a ponta maior do que a outra a maior é positivo e a menor é negativo e coloca no cobre para ligar. (A18)

Os estudantes também identificaram o tipo de energia da bateria, conforme relatou A7 em seu diário de bordo:

[...] Essas baterias que eu falei antes é a bateria que é a energia “química” que são também motorizadas pelo + positivo – negativo, eles estão no seu carrinho de controle remoto é só você abrir uma fechadura que você vê eles.

Os alunos registraram os procedimentos necessários para criar um circuito no papel em um documento compartilhado do Google Drive, utilizando os netbooks educacionais em sala de aula. A seguir, na Figura 9 apresentamos o registro de um dos grupos:

Como acender luz de Led no papel

Para acender uma luz de led no papel você precisar de dois fio de cobre, ou dois de alumínio e a lâmpada de led, também e uma bateria.

Para acender o led no papel você precisa colar os dois fios nas pontas do led, o lado positivo no lado positivo da bateria e lado negativo no lado negativo na bateria e na lâmpada também, o lado positivo no positivo e o negativo no negativo.



O led tem duas pontas a esquerda é positiva e a direita é negativa.

Figura 9 - Registro da aula realizada por um grupo de alunos.

Fonte: Portfolio virtual dos alunos, realizado no Google Drive.

Também realizaram registros individuais nos diários de bordo. O aluno A18 representou o processo por meio de descrição e ilustração. Apesar de ter demonstrado, na escrita, que compreendeu o processo, na representação da figura ilustrou o lado negativo do LED conectado ao lado positivo da bateria (Figura 10). Isso demonstrou a dificuldade inicial de conectar o fio corretamente no lado da bateria de acordo com os polos positivos e negativos.

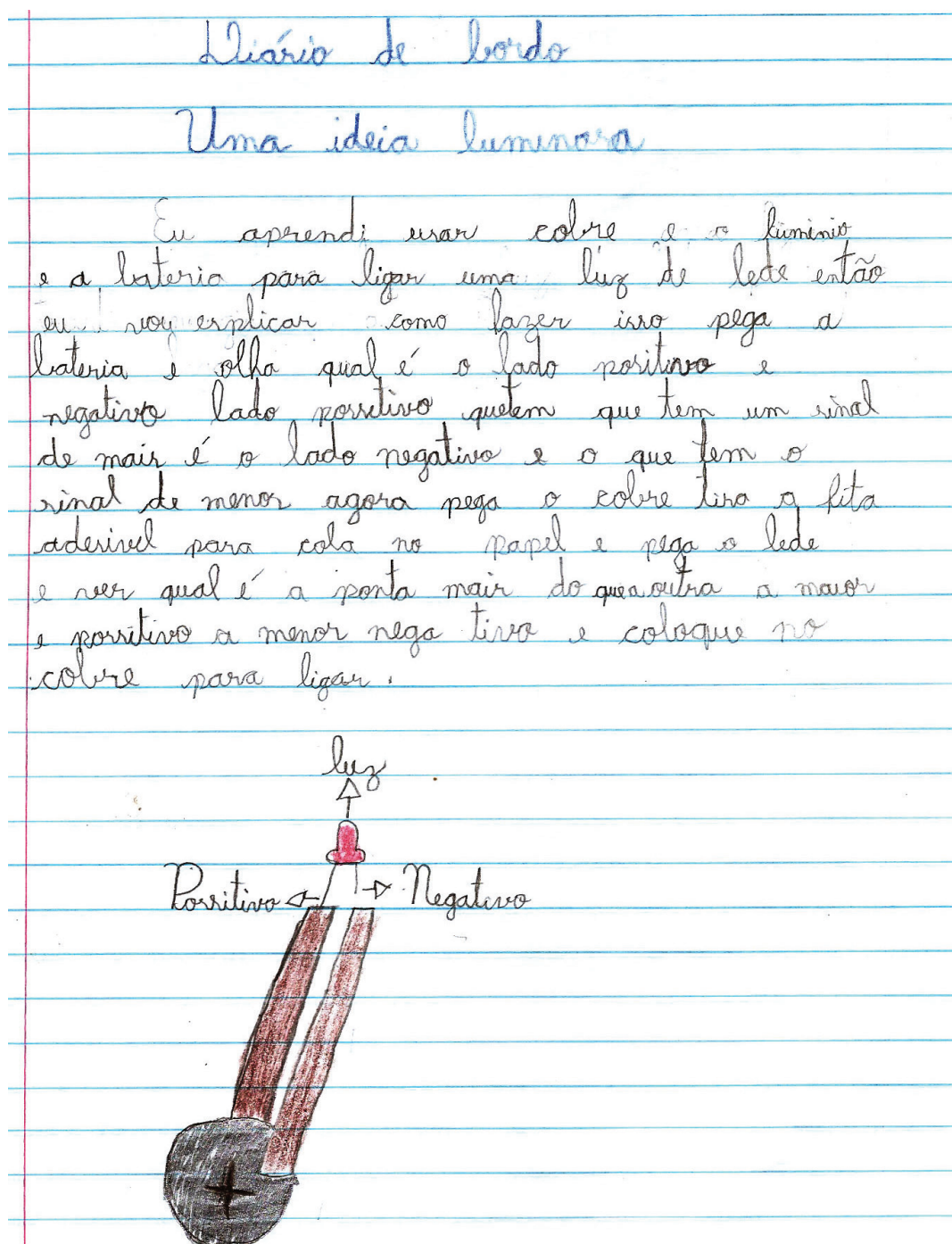


Figura 10 - Diário de bordo do aluno A18 referente à construção de circuitos de papel.

Fonte: Diário de bordo do aluno A18 digitalizado.

A aula despertou a curiosidade e o interesse dos alunos. Como os projetos foram criados em grupos, não havia quantidade suficiente para eles levarem individualmente para casa. Como forma de incentivar os alunos, a professora da turma propôs a realização de uma oficina com a família no sábado letivo que fazia parte do calendário escolar¹⁷.

A oficina ocorreu no dia 18 de junho e os alunos, junto com os familiares, participaram ativamente das produções, demonstrando interesse, curiosidade, além de muita criatividade. A Figura 11 ilustra atividades que ocorreram durante a oficina.

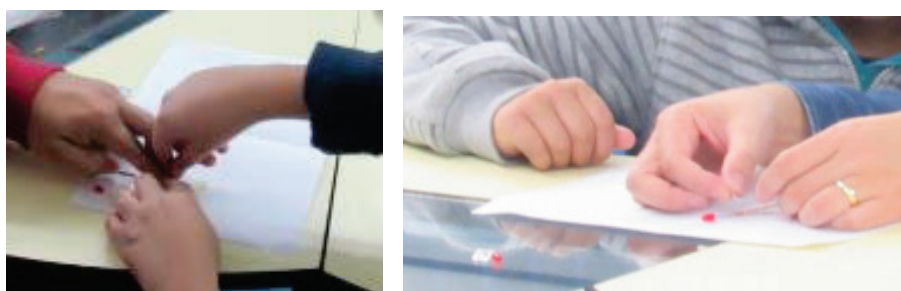


Figura 11 - Fotos realizadas na oficina de Paper Circuit integrando os alunos com as famílias.

Fonte: Registro fotográfico da autora.

Atividade 2: Simulação PhET Kit construção de circuito

Na aula seguinte, os alunos utilizaram um ambiente de simulação de construção de circuito pelo jogo PhET Kit de construção de circuito DC¹⁸ (Figura 12).

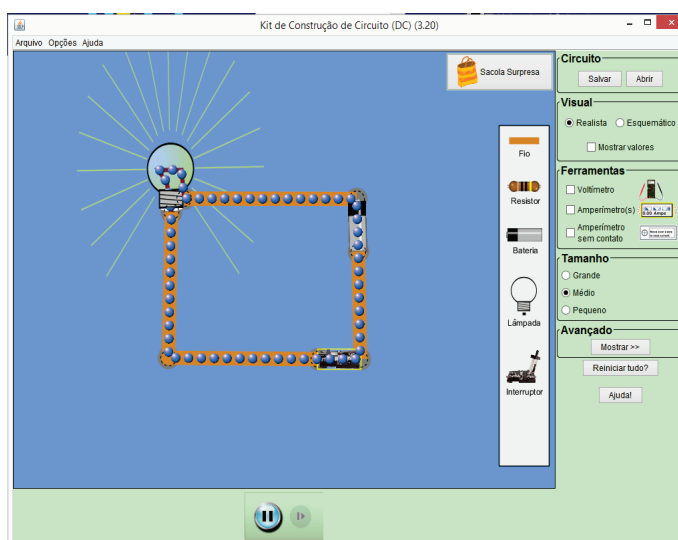


Figura 12 - Simulação de um circuito simples.

Fonte: Programa PHET Colorado.

¹⁷ O sábado letivo envolve a comunidade escolar, com práticas pedagógicas para socializar projetos e atividades que estão sendo desenvolvidos no currículo escolar.

¹⁸ Disponibilizado em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/circuit-construction-kit-dc>

No jogo PhET de simulação para ligação de circuitos, após a montagem de circuitos simples, os alunos testaram diversas associações de montagens, acrescentando outras quantidades de lâmpadas, baterias etc. Alguns alunos descobriram que ligações erradas não apenas deixavam de funcionar, mas também era possível causar curto-circuito e disseram que o jogo havia pegado fogo¹⁹. Na Figura 13, é possível observar um exemplo de jogo que “pegou fogo”, neste caso, os alunos realizaram as ligações diretas, possibilitando a discussão sobre curto-circuito.



Figura 13 - Exemplo de um dos jogos que "pegou fogo".

Fonte: Programa PHET Colorado, montagem do aluno A18.

Atividade 3: Circuito com LED e LDR no Arduino

Na terceira aula, foi apresentada a placa Arduino e os comandos de programação disponíveis no Scratch. Proposta de montagem de circuito com LED e LDR por meio das portas do Arduino de 5v, Gnd (terra) e porta digital para acender um LED e a função das portas digitais para acender um sensor LDR. Foram oferecidas fichas do Scratch (Apêndice D) confeccionadas pela professora-pesquisadora para cada aula que utilizou programação do Arduino e da placa Makey Makey, com o intuito de subsidiar os alunos nas conexões e programação da interface.

Para esta aula, a ficha foi preparada como um tutorial para acender o LED e outro sobre a conexão do LDR. Foi proposto um desafio no Scratch para criar uma

¹⁹ Os comentários dos alunos ainda serão acrescentados no texto.

programação condicional para acender o LED por meio da leitura do LDR, o qual reagia a uma determinada luminosidade, conforme é possível observar na Figura 14.

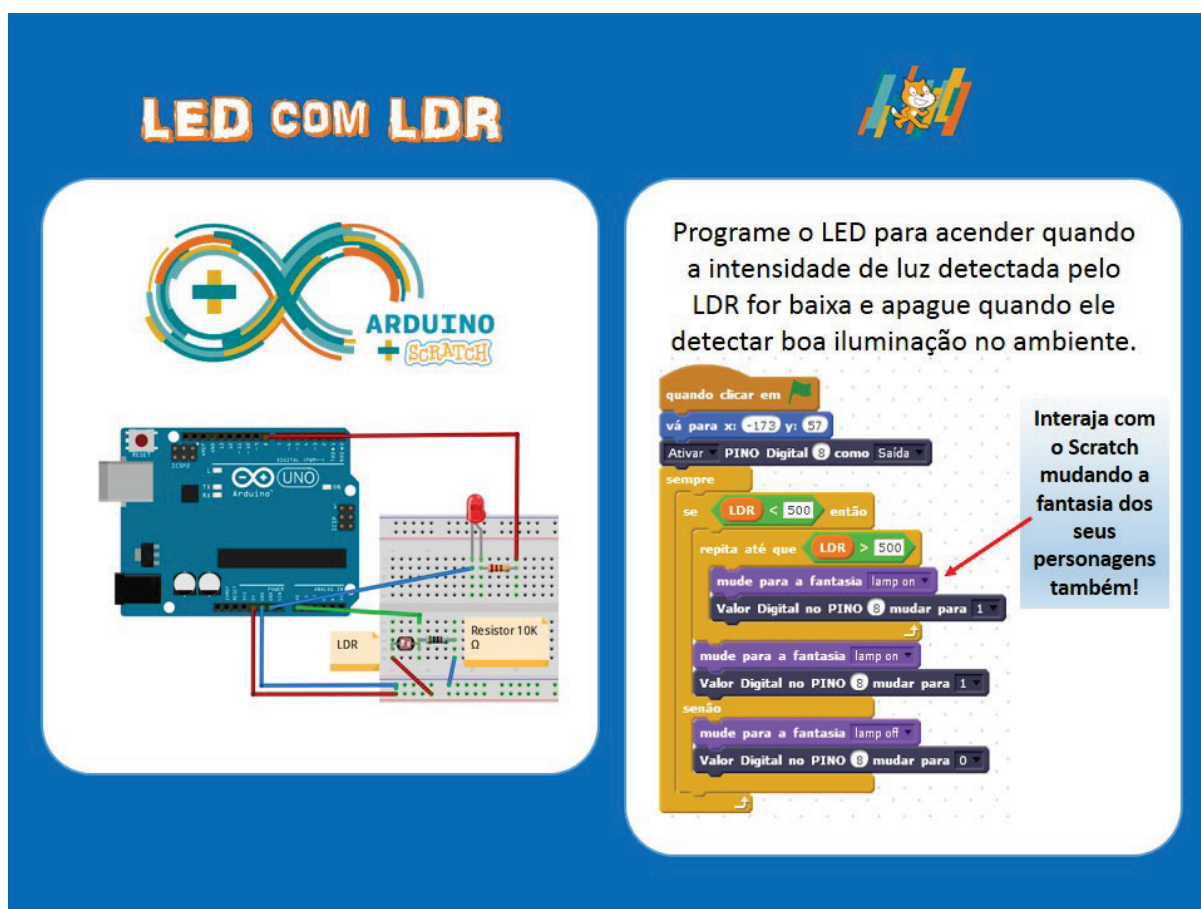


Figura 14 - Fichas do Scratch confeccionadas como tutorial para conexão do LED e LDR no Arduino e programação no Scratch 2.0 offline.

Fonte: Autoria própria.

O uso da programação condicional (Se) favoreceu o desenvolvimento da lógica de programação, pois, ao programar utilizando esse comando, o aluno informa ao computador o que fazer se uma determinada condição for verdadeira ou falsa. Nesse caso, o computador tomará uma decisão em função da variável definida pelo programador.

Durante a aula de Arduino, o aluno A1 comentou: *“Por que as pessoas complicam nossa vida, estava tão fácil fazer o circuito com a fita no papel?”*. A Pape²⁰ entrevistou e questionou se não havia nenhuma mudança de possibilidades do Arduino com o circuito de papel e, após o aluno observar a programação, ele chegou à

²⁰ A Pape estava presente em algumas aulas de laboratório e, sendo professora da turma, em alguns momentos, teve participação.

conclusão que no papel apenas acendia e não era possível programar, já no Arduino ele poderia decidir se o LED piscaria com frequência diferenciada, além de ter o sensor para fazer a leitura da luz. Sendo assim, o aluno conseguiu diferenciar a relação entre circuitos programados e não programados.

A aluna A21 considerou mais fácil montar o circuito no Arduino por terem sido oferecidas as instruções, criticando a aula exploratória do circuito de papel, pois tiveram que tentar várias vezes até conseguirem fechar o circuito. O aluno A11 alegou ser mais fácil porque programou em um ambiente que já era conhecido por eles, o Scratch:

Na placa de Arduino é muito mais fácil conectar o LED no Arduino do que conectar direto na bateria porque com o Arduino você programa, e usa um aplicativo que nós usamos.

Por outro lado, a aluna A7 registrou sua impressão em relação à dificuldade com o Arduino:

A diferença é que o led na bateria ela liga só com fitas que são cobre. Para ligar no Arduino e na protoboard com a (placa) Arduino é bem mais difícil, Porque tem que programar no jogo (Scratch). Para fazer ele se acender precisa também de fios que ajudam, tem um cabo que liga no Arduino e no computador.

O aluno A5 registrou a necessidade de trabalhar em equipe devido à complexidade para encaixar os fios no Arduino:

Para ligar um LED você precisa trabalhar em grupo porque é difícil encaixar os fios certos.

O aluno A20 registrou ao final da aula:

Hoje aprendi sobre o Arduino, é um mecanismo muito complicado, mais vamos conseguir descobrir como ele funciona.

O aluno A18 registrou em seu diário de bordo a sua compreensão sobre a ligação do Arduino Uno, incluindo o uso da Protoboard e a conexão dos fios nas portas digitais, positivas e negativas, conforme é possível verificar na produção a seguir (Figura 15):

27 de Abril 2016

Diário de bordo

Hoje eu aprendi a usar o adumino, um e uma placa branca que tem uns furos bem pequeninho então eu vou explicar como é preciso ligar um led primeiro pega alguns fios colorido e define qual vai ser qual como o fio preto negativo o fio vermelho positivo então você pega os fios e liga no GND pega outro fio e liga no A0 pega outro fio e liga no numero 8 e agora você pega o led põe em qual quer buraco no meio da placa branca pegue um cabo USB e liga no adumino uno e agora que vocês ligarem os fios vai no gatinho laranja e modificar os comandos quando vocês modificar vai numa pasta que parece um envelope e escrever um e entre.

Figura 15 - Diário de bordo do aluno A18 descrevendo sua primeira aula utilizando o Arduino.

Fonte: Atividade digitalizada do aluno A18.

O aluno A21 descreveu a proposta de programação que criaram no Arduino, utilizando o LDR para controlar a luminosidade necessária para acender o LED:

Hoje eu aprendi a mecher no Arduino, eu e os meus parceiros estamos programando o arduino para cando ficar dia asender quando ficar de noite apagar.

Nas aulas práticas, alguns alunos ficaram com receio em relação a choques elétricos. Apesar da explicação inicial sobre o risco zero, devido à baixa voltagem, o receio em mexer em fios e sensores foi visível no início, sendo superado gradativamente, conforme relata A2:

Eu também entendi que o LED não dá choque, se você juntar as duas pontas com a bateria acende a luz.

O registro escrito de A15 também aponta no mesmo sentido:

No começo eu e meu grupo ficamos com medo de levar choque e de conectar algum fio errado (...) mas depois acabou sendo legal.

O aluno A3 expressou bem a compreensão da funcionalidade do resistor (Figura 16):

Diário de bordo

Hoje aprendi sobre muitas coisas hoje aprendi a mexer com led que precisa de pouca energia para acender e não pegar fogo para não pegar fogo nós colocamos o resistor. Mas a parte que mais gostei foi quando conseguimos fazer a luz acender. E quando conectamos no scratch mexemos no sistema de uma placa chamada arduino que a professora deu para gente e o que ajuda o arduino a funcionar foi uma placa branca cheia de buracos para colocar os fios positivos e negativos de varias cores os positivos eram de cor vermelha e os negativos eram de cor azul e amarela. Cada um desses fios tem seu lugar para acender o led também a um cabo branco chamado cabo de sinal foi aquele que eu aprendi.

Figura 16 - Relato escrito do aluno A3, explicando o uso da Protoboard, LED e resistores.

Fonte: Atividade digitalizada do aluno.

Outro registro escrito interessante, do aluno A11 (Figura 17), sinalizou a aquisição de linguagem relacionada aos conceitos científicos, além de indicar uma reflexão acerca dos avanços em relação aos seus conhecimentos prévios:

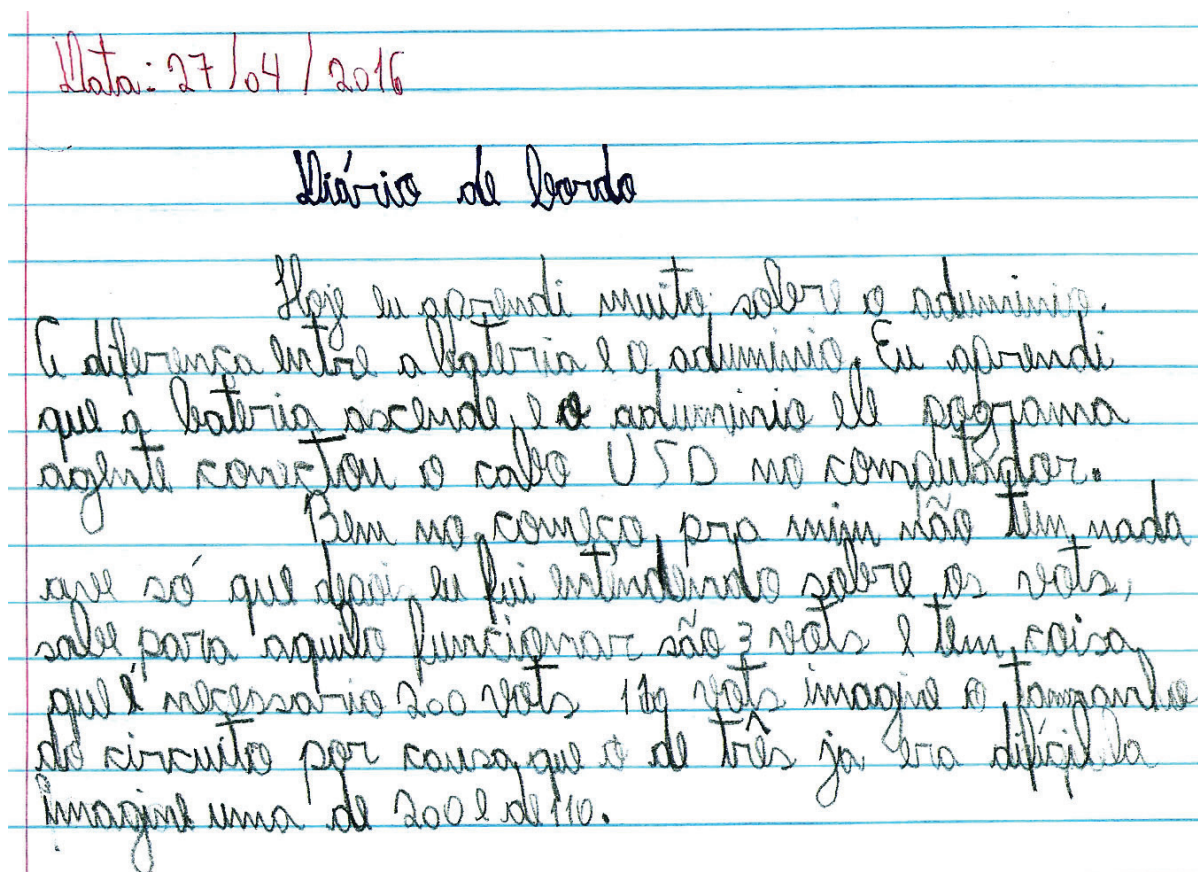


Figura 17 - Registro escrito do aluno A11.

Fonte: Atividade digitalizada do aluno A11.

Lorenzetti e Delizoicov (2001) reforçam que o Ensino de Ciências Naturais deve desenvolver o aprimoramento e a ampliação do vocabulário científico dos estudantes, de uma maneira contextualizada, para que estes identifiquem os significados que estes conceitos científicos apresentam.

Atividade 4: Gerador de energia eólica

Na quarta aula prática, realizaram uma montagem para compreenderem a produção de energia eólica. A aula iniciou com uma discussão da reportagem “Energia Eólica”²¹. Antes de propor a programação com Arduino, os alunos testaram se era possível acender um LED girando a hélice conectada ao motor de 3v com a força do vento gerada pelo secador de cabelo. Em círculo, todos testaram e verificaram que a


²¹ Reportagem exibida no Jornal Nacional, da Rede Globo, em 09/06/2012. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=XsuxJM6cX2s>

posição do secador influenciava na velocidade que a hélice girava e, consequentemente, na intensidade da luz do LED.

A experiência prática propiciou outros conhecimentos ligados ao funcionamento de um ventilador, perceptível na fala da aluna A7, que somente após a atividade compreendeu que a hélice do ventilador é movida por alguma força externa, no caso da nossa experiência pela “força do vento”, enquanto o ventilador da escola é movido pela energia elétrica:

Eu não sabia que o ventilador pegava o ar, eu pensava que ele fizesse o próprio ar, que ele soltasse o ar. (A7)

Em seguida, foram entregues novas fichas do Scratch para fazer a ligação do motor e a proposta de programação de um desafio no Scratch para criar ações decorrentes do acionamento da turbina de energia eólica (Figura 18).



Conectando Motores

ARDUINO + SCRATCH

Diagrama de conexão: Um Arduino Uno conectado a uma placa de protótipo com um potenciômetro de 10KΩ e um motor. O motor está conectado a uma hélice.

Crie um moinho eólico para gerar energia. Conecte e programe uma hélice no motor. Primeiramente, crie uma variável:

Criar uma variável: ☒ Hélice

Toda vez que o motor for movimentado, ele poderá executar uma ação no Scratch

```

quando clicar em
  Ativar PINO Analógico (A) 1 como entrada
  sempre
    se
      Ler PINO Analógico(A) 1 > 0 então
        mude Hélice para Ler PINO Analógico(A) 1
        diga Está gerando energia por 2 segundos
      senão
        mude Hélice para Ler PINO Analógico(A) 1
  
```

Figura 18 - Ficha para ligação e programação do motor com hélice de energia eólica.

Fonte: Autoria Própria.

Alguns grupos encontraram dificuldades para utilizar o motor e a hélice como fonte de energia capaz de acender o LED. Dois grupos conseguiram na primeira

tentativa, sendo que o A20 se ofereceu para testar no seu grupo os motores dos grupos que não funcionaram e verificou que, na sua montagem e programação, todos os motores estavam funcionando, eliminando assim, um possível problema de funcionamento do motor. Desta forma, ofereceu-se para colaborar com os outros grupos. Após conseguir auxiliar um grupo, partiu em auxílio de outro, porém, sem sucesso desta vez. Sendo assim, o aluno comentou: *“Devo estar com curto-circuito, pois uma hora deu certo e outra não”* demonstrando uma apropriação da linguagem científica, apesar de ser mais um exemplo de “mau contato” do que “curto-circuito”, mas que rendeu uma boa discussão dos termos com os estudantes. O A20 demonstrou grande interesse nas aulas práticas, envolvendo-se e colaborando com outros grupos. A professora da turma relatou que normalmente ele não demonstrava interesse nas aulas e não interagiu muito, sendo pouco participativo, porém o aluno envolveu-se nessa atividade.

Os estudantes não tinham conhecimento da energia eólica, conforme verificado na problematização inicial. Porém, rapidamente compreenderam o processo e passaram a incorporar termos científicos na fala, conforme pode ser verificado nos relatos abaixo:

Hoje eu aprendi sobre a energia eólica na aula de Ciências, eu aprendi que energia eólica é produzida pelo vento como os moinhos e os geradores eólicos que giram com o vento, que gera energia que é armazenada e depois passa de poste em poste até chegar na cidade e hoje aprendi a ligar um led com sopros ou ventos com motor, hélice e fios. (A13)

Na aula de hoje eu descobri o que é a energia eólica, e vou falar. Energia eólica é uma turbina, quando bate o ar elas girão e forma a energia para casas, escolas e etc ela tem que ficar em lugares abertos para bater o ar. (A21)

Atividade 5: Placa de energia solar fotovoltaica

Na quinta aula prática com o tema “energia solar”, iniciamos com uma discussão do vídeo “Espelhos e Robôs geram energia solar”, exibido no Jornal da Globo²². Os registros escritos dos alunos possibilitaram identificar aspectos sobre a compreensão dos estudantes acerca de explicações tratadas no vídeo:

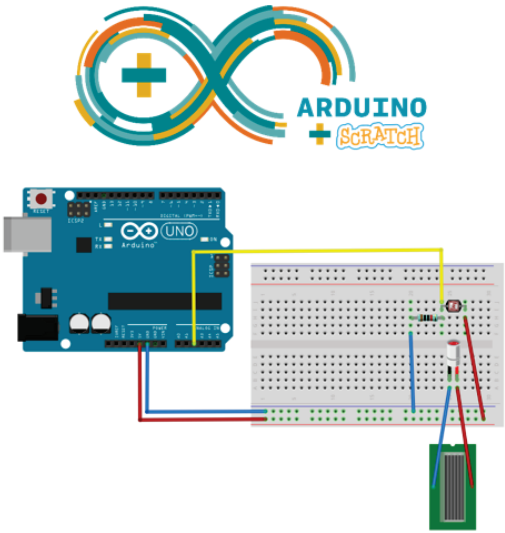
²² Reportagem exibida em 2010, disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=WDQdhBVZd6o>>.

Vimos um vídeo de energia solar no deserto da Califórnia que fizeram um projeto e construíram 24 mil robôs que usam espelhos para refletir a luz do sol e não ficam no mesmo lugar, trocam de ângulo conforme o sol se mexe. (A13)

Assim, como na aula anterior, foi proposta a exploração de miniplacas de energia solar (material reaproveitado de luminárias de jardim) para gerar energia, antes da conexão com o Arduino. Nessa atividade, foi possível perceber que a intensidade, a localização e o tipo de luz influencia na geração de energia. Infelizmente era um dia frio e nublado, não sendo possível testar diretamente no sol. Por isso, utilizamos luz artificial, de lanternas, para gerar a energia.

Propusemos uma montagem para acionamento de um laser a partir das placas de energia solar. Para isso, oferecemos as fichas aos estudantes com o tutorial para acionar atuadores pela placa (Figura 19) e desafiamos os alunos a relacionar a ligação realizada com alguma animação no Scratch.

Placa DE ENERGIA SOLAR



Alimente um laser pela placa de energia solar e conecte um LDR para captar o sinal

Criar uma variável

☒ LDR

Somente o LDR será programado, pois o laser usará apenas a energia da placa solar

```

quando clicar em
  Ativar PINO Analógico (A) 2 como entrada
  sempre
    mude LDR para Ler PINO Analógico(A) 2
    se Ler PINO Analógico(A) 2 > 700 então
      diga Energia Solar
    senão
      diga 
          
```

Figura 19 - Ficha para ligação e programação da placa de energia solar.

Fonte: Autoria Própria.

Nos diários de bordo dos alunos, é possível identificar a curiosidade e entusiasmo dos alunos relatando o que aprenderam:

Hoje na aula a gente aprendeu a ligar a led na placa de energia solar, é uma placa que pega a luz do sol e transforma em energia. (A15)
 Hoje eu aprendi muito sobre a energia solar (...), nós usamos três placas para ligar o led e acontecer alguma coisa no Scratch. (A13)
 Aprendi sobre a fotovoltaica que ela serve pra colocar no seu telhado e ela se conecta com fios para sua luz acender através do sol. (A16)

O aluno A11 fez uma breve relação entre o custo e benefício na utilização de placas de energia solar, após pesquisarem os preços das placas solares (térmicas e fotovoltaicas), comparando com os valores pesquisados da economia de energia a longo prazo:

Eu e meus amigos aprendemos muita coisa na aula de energia solar (...). Tem tipo um espelho para pegar a luz do sol, esse espelho pode custar muito caro mais vale a pena se você colocar alguns desses na sua casa.

O aluno A3 explicou a funcionalidade dos resistores:

Usando a placa de energia solar acendemos o LED com a luz do celular na placa. (...) Tinha 3 placas uma maior que produz 5 volts isso iria queimar o Led por isso usaram o resistor para conter a energia para não pegar fogo. Já as outras duas são menores que produzem pelo menos 2 volts, 2 volts e meio por aí, aí elas não iriam precisar de resistor para acender a Led a placa maior precisava de mais energia que as outras duas. (A3)

Atividade 6: Condução de eletricidade com Makey Makey

Finalmente, na sexta aula prática, utilizamos a placa Makey Makey para discussão da condução de eletricidade. Iniciamos com o vídeo “Mad Science - Eletricidade e condutores”²³, para entender o que são materiais condutores e isolantes. Foram explicadas para os estudantes as ligações do Makey Makey e eles receberam materiais condutores (massa de modelar, água, cliques, argolas de metal e bananas) e não condutores (palitos de madeira, tampinhas de garrafa PET, rodela de plásticos, argolinhas de metal, porém, pintadas com tinta isolante e carretéis de linha) para testar qual deles fecharia o circuito.

Primeiramente, os estudantes responderam uma ficha (Apêndice E) com alternativas, colocando as hipóteses prévias sobre quais materiais poderiam conduzir

²³ Disponível em <<http://bit.ly/2aPZZLS>>

energia. Depois, realizaram as experiências e verificaram se suas hipóteses iniciais eram verdadeiras ou falsas, por meio da programação com Scratch, em que os alunos foram desafiados a criar uma animação que funcionasse com os comandos dos materiais condutores. Para isso, utilizaram os movimentos das setas do teclado para dar movimento ao personagem escolhido.

A surpresa maior para os alunos foi descobrir que pessoas e bananas podem conduzir eletricidade, pois na concepção deles apenas o que tinha metal poderia conduzir eletricidade. O A20 relacionou a descoberta com um episódio do programa “Chaves”²⁴, em que um personagem levava um choque e, quando outra pessoa encostava, também sentia o choque, parecendo que estavam inventando uma nova dança. Esse depoimento sinaliza as relações que o conhecimento científico pode propiciar para compreender os aspectos que envolvem as diversas situações sociais, desde um episódio de um desenho, filme, até mesmo os cuidados com segurança física. Dessa forma, favorecemos um processo sistematizado de ensino e aprendizagem, propiciando oportunidades para as crianças relacionarem as experiências com o mundo que as rodeia (VIVEIRO; ZANCUL, 2014).

Alguns alunos, como os do grupo 2, responderam previamente que as pessoas poderiam conduzir eletricidade (Figura 20), porém nenhum grupo marcou a banana como um elemento condutor. Observando o momento da execução da atividade pelos alunos do grupo 2, foi possível verificar que houve divergências nos resultados relacionados às argolinhas coloridas, de acordo com o local que colocavam o contato: quando conectavam na parte interna, onde não havia pintura, o contato era estabelecido, enquanto que a massa de modelar, por já ter sido utilizada anteriormente, estava ressecada e não conduziu eletricidade.

²⁴ Série de televisão mexicana do estilo comédia, criada em 1972, por Roberto Gómez Bolaños. Em 2016 ainda eram exibidos os episódios na televisão brasileira.



Aula – Condução de Energia - 18/05/2016

Verifique quais materiais vocês consideram que podem conduzir energia elétrica, em seguida, façam o teste com o Makey Makey:











Material:	Opinião antes do teste: Conduz energia?	O que o teste revelou? Conduz energia?
 Massa de modelar	() sim <input checked="" type="checkbox"/> não	() sim <input checked="" type="checkbox"/> não
 Tampinhas de garrafas PET	() sim <input checked="" type="checkbox"/> não	() sim <input checked="" type="checkbox"/> não
 Tampinhas de plásticos	() sim <input checked="" type="checkbox"/> não	() sim <input checked="" type="checkbox"/> não
 Água	<input checked="" type="checkbox"/> sim () não	<input checked="" type="checkbox"/> sim () não
 Clipes	<input checked="" type="checkbox"/> sim () não	<input checked="" type="checkbox"/> sim () não
 Bananas	() sim <input checked="" type="checkbox"/> não	<input checked="" type="checkbox"/> sim () não
 Argolinhas coloridas de latas	<input checked="" type="checkbox"/> sim () não	<input checked="" type="checkbox"/> sim <input checked="" type="checkbox"/> não
 Argolinhas de latas sem colorir	() sim <input checked="" type="checkbox"/> não	<input checked="" type="checkbox"/> sim () não
 Carretéis de linhas	() sim <input checked="" type="checkbox"/> não	() sim <input checked="" type="checkbox"/> não
 Palitos de sorvete	() sim <input checked="" type="checkbox"/> não	() sim <input checked="" type="checkbox"/> não
 Pessoas	<input checked="" type="checkbox"/> sim () não	<input checked="" type="checkbox"/> sim () não

Figura 20 - Atividade realizada pelo grupo 2.

Fonte: Autoria Própria.

Nos registros dos grupos 2 (Figura 21) e 3 (Figura 22), é possível verificar relatos que dão indícios sobre as compreensões dos alunos acerca da condução de eletricidade por materiais metálicos. O grupo 3 argumenta que a ausência de metal é a razão para que materiais não conduzam eletricidade, ressaltando que fogem a essa regra a banana e as pessoas que, mesmo sem serem de metal, conduzem energia. O grupo 2 ressaltava que a água e as coisas de metais sempre conduzirão eletricidade. Após esse registro, foram socializados os resultados obtidos sobre a banana e as pessoas. Os alunos argumentaram que havia “um pouquinho de líquido nelas” e, por isso, conduzia eletricidade, uma vez que a água é um elemento condutivo. Foi mostrado no vídeo o exemplo do uso do Makey Makey com massa de modelar, e propusemos novos testes para verificar a condutividade elétrica de alguns objetos.



Aula – Condução de Energia - 18/05/2016

Na opinião do grupo, por que alguns materiais podem conduzir energia e outros não?

Na opinião do nosso grupo, que algumas pessoas acham que alguns materiais de madeira não conduzem eletricidade e objetos de ferro sim conduzem eletricidade, e a água também produz eletricidade não sei a água que conduz eletricidade a coisas de metal sempre vai conduzir energia.

Figura 21 - Registro do grupo 2 relacionado à condução de energia.

Fonte: Atividade digitalizada.



Aula – Condução de Energia - 18/05/2016

Na opinião do grupo, por que alguns materiais podem conduzir energia e outros não?

nós achamos que tudo que é de metal conduz energia, exceto a pessoa e a lã-nana; apenas tudo que não é de metal, não conduz energia, como a massa de modelar, tampinha de garrafa Pet, carrinhos de brinquedo, tampinha de plástico e palito de sorvete.

Esses materiais que não conduzem energia, nós achamos que devem ter materiais isolados ou podem não ter metais, e esses citados não conduzem energia.

na nossa opinião, é isso.

Figura 22 - Registro do grupo 3 relacionado à condução de energia.

Fonte: Atividade digitalizada.

Os registros individuais dos alunos nos diários de bordo também demonstraram surpresas, descobertas e seus argumentos para a condução de energia.

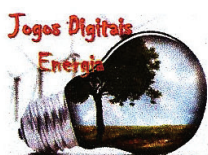
Eu aprendi muito sobre a condução de energia, aprendi sobre o Makey Makey, eu vou usar em casa, eu e o meu grupo fizemos uma condução de energia elétrica com o Scratch e o Makey Makey, e fizemos até uma banana funcionar com o Makey Makey e Scratch!

Eu fiquei impressionado eu não acreditei. Eu usei vários fios, tinha um vídeo muito legal mostrando as coisas possíveis com o Makey Makey. (A13)

Eu aprendi que a banana, massinha úmida, água e pessoas tem energia correndo em sua pele. Eu também aprendi que a energia pode ser transferida. (A17)

As minhas descobertas sobre a condução de energia elétrica, eu não sabia que a banana tinha energia elétrica, a madeira para mim tinha mas não tem. (A21)

O aluno A20 reforça o argumento de que metal, líquidos e materiais úmidos conduzem eletricidade. Também reconheceu a semelhança do verso da placa Makey Makey com Arduino, reconhecendo as características das entradas para conexão dos fios, conforme é possível verificar na Figura 23 a seguir.



Aula – Condução de Energia

18/05/2016

Registre suas descobertas sobre condução de energia elétrica.

Eu descobri que água conduz eletricidade. Eu descobri que o clipe conduz eletricidade por que é metal, a água conduz eletricidade por que ela é um líquido e os líquidos atraem a eletricidade, a banana conduz eletricidade por que a banana é umida por dentro por isso ela fez o gato do scratch andar para baixo, hoje agente fez uma placa chamada makey makey é igual a o arduino atrás, o abridor de latinha colorido conduz mais ou menos a eletricidade por que a camada da tinta impede, a sem cor conduz eletricidade para o gato ir para cima no scratch 1.4 por que é um metal sem cor, a tampinha de garrafa pet não conduz eletricidade por que é plástico, moedinha não conduz por que ela não é umida.

Figura 23 - Registro escrito do A20 sobre condução de energia.

Fonte: Atividade digitalizada do aluno.

No decorrer das aulas, os conhecimentos dos estudantes sobre energia parecem ter sido ampliados gradativamente. Começaram a utilizar o nome correto dos

tipos de energia, relacionando, inclusive, a nomenclatura ao fenômeno (elétrica, luminosa, térmica, química, sonora, cinética e mecânica), além dos sensores, placas e os diversos materiais utilizados nas aulas.

Etapa 4 – Analisando e pesquisando jogos

Atividade 1: Exploração de jogos e avaliação do jogo “Cidade Eficiente”

Finalizadas as aulas práticas, apresentamos uma seleção de jogos de Ciências criados no Scratch e outros jogos que não são do Scratch, mas referentes ao tema abordado, para os alunos jogarem e avaliarem um dos jogos analisando aspectos referentes a jogabilidade, conteúdo, desafios, dentre outros previamente determinados. Após os alunos explorarem alguns jogos, foi solicitado que eles voltassem a atenção para o jogo “Cidade Eficiente²⁵” para jogar, analisar e responder uma avaliação em grupo, com o objetivo de propiciar uma reflexão sobre os aspectos de design que envolvem a criação da narrativa e programação de jogos digitais, obtendo embasamentos para a criação de um jogo interessante.

Para avaliação dos jogos, foi utilizada como base a teoria de GameFlow criada por Sweetser e Wyeth (2005 apud FU, 2009). O questionário foi elaborado com questões de múltiplas escolhas, as quais contemplaram as oito dimensões da avaliação do Game Flow: concentração, desafio, habilidade do jogador, controle, objetivos claros, feedback, imersão e interação social. Foram realizadas adequações, de modo que o questionário fosse compreensível ao público que utilizaria a avaliação (alunos com 10 anos de idade). Foi realizada uma alteração no item “habilidade do jogador”, considerando que o jogo não exigia muitas habilidades de jogabilidade, por ter uma interface simples e desafios com grau de dificuldade acessível. Dessa forma, foi proposta a análise dos desafios relacionados ao conteúdo energia que era abordado no jogo. Neste sentido, o questionário foi organizado de acordo com os itens avaliativos, indicado no Quadro 3 a seguir:

²⁵ Disponível em: <http://www.museulight.com.br/AprendaBrincando/Jogos.aspx>.

Quadro 3 - Questões para avaliação do jogo, organizadas de acordo com as dimensões do GameFlow.

Dimensão do GameFlow	Questões propostas para os alunos
Concentração:	Você se concentrou no jogo? O jogo chamou sua atenção? Distraiu-se com outras coisas no momento do jogo? Conseguiu ficar atento para resolver os desafios?
Objetivos do jogo:	O jogo ofereceu alguma instrução no início? Desde o início você entendeu o que era para ser feito no jogo? Era possível prever o que aconteceria no jogo?
Ajuda, comentários e respostas (feedback):	Durante o jogo é possível saber se você está indo bem ou mal? Ao responder um desafio você consegue saber se acertou ou errou? É possível saber qual foi a sua pontuação? Teve alguma ajuda durante o jogo? Você foi recompensado pelo seu esforço no decorrer do jogo? Quando você errou teve alguma dica para acertar? Tinha chance para corrigir o erro?
Desafios do jogo:	Qual o nível de dificuldade dos desafios? Foi possível responder os desafios sobre energia? No decorrer do jogo a dificuldade dos desafios aumentou? Você se sentiu motivado a melhorar nas suas respostas?
Autonomia e controle do jogo:	Você conseguiu compreender as regras? Foi divertido aprender a jogar? Quando o jogador erra, ele perde o jogo?
Tempo do jogo (imersão):	Você quis jogar até o fim? Quando acabou o jogo, você queria jogar mais? O tempo do jogo foi bom? O jogo foi divertido?
Interação social:	É possível jogar com mais de um jogador? O jogo permite competição entre os jogadores? O jogo tem cooperação entre os jogadores?
Aprendizagem - Melhoria na aprendizagem sobre energia:	Resolver os desafios foi importante para finalizar o jogo? Você aprendeu alguma coisa nova sobre energia com o jogo? É possível aplicar alguma dica do jogo sobre consumo de energia?

Fonte: Adaptado e ampliado de Sobreira; Shimohara e Ito (2016).

Devido à falta de computadores funcionando no laboratório e à impossibilidade de jogar nos netbooks porque a versão do navegador não permitia atualização e não abria o jogo, organizamos os estudantes para jogarem em grupo. Para essa atividade, utilizamos os sete computadores disponíveis para organizarmos grupos com o menor número de alunos possível, já que o ideal seria jogar individualmente ou em duplas, mas não tínhamos equipamentos suficientes para uma organização em dupla. Por esse motivo, a organização foi diferenciada e não mantivemos os grupos anteriores, mas sim, redistribuímos os alunos em sete grupos. Mesmo não tendo a oportunidade de jogar individualmente, os alunos envolveram-se muito com o jogo.

A análise dos setes grupos é possível ser verificada na Tabela 1 com os resultados obtidos pelas respostas do formulário preenchido pelos participantes de cada grupo.

Tabela 1 - Resultado da avaliação do jogo "Cidade Eficiente"

Avaliação do Jogo "Cidade eficiente"				
Questões avaliadas		Respostas dos sete grupos		
		Muito/ Sempre	Algumas vezes/ Regular	Pouco
1	Você se concentrou no jogo?	100%	0%	0%
2	O jogo chamou sua atenção?	57,1%	42,9%	0%
3	Distraiu-se com outras coisas no momento do jogo?	0%	28,6%	71,4%
4	Conseguiu ficar atento para resolver os desafios?	71,4%	28,6%	0%
5	O jogo ofereceu alguma instrução no início?	71,4%	14,3%	14,3%
6	Desde o início você entendeu o que era para ser feito no jogo?	57,1%	42,9%	0%
7	Era possível prever o que aconteceria no jogo?	0%	28,6%	71,4%
8	Durante o jogo é possível saber se você está indo bem ou mal?	57,1%	14,3%	28,6%
9	Ao responder um desafio você consegue saber se acertou ou errou?	100%	0%	0%
10	É possível saber qual foi a sua pontuação?	0%	28,6%	71,4%

Avaliação do Jogo “Cidade eficiente”				
Questões avaliadas		Respostas dos sete grupos		
		Muito/ Sempre	Algumas vezes/ Regular	Pouco
11	Teve alguma ajuda durante o jogo?	57,1%	14,3%	28,6%
12	Você foi recompensado pelo seu esforço no decorrer do jogo?	0%	42,9%	57,1%
13	Quando você errou teve alguma dica para acertar?	14,3%	0%	85,7%
14	Tinha chance para corrigir o erro?	0%	42,9	57,1%
15	Qual o nível de dificuldade dos desafios?	14,3%	71,4%	14,3%
16	Foi possível responder os desafios sobre energia?	85,7%	14,3%	0%
17	No decorrer do jogo a dificuldade dos desafios aumentou?	14,3%	14,3%	71,4%
18	Você se sentiu motivado a melhorar nas suas respostas?	85,7%	14,3%	0%
19	Você conseguiu compreender as regras?	85,7%	14,3%	0%
20	Foi divertido aprender a jogar?	100%	0%	0%
21	Quando o jogador erra, ele perde o jogo?	0%	0%	100%
22	Você quis jogar até o fim?	100%	0%	0%
23	Quando acabou o jogo, você queria jogar mais?	100%	0%	0%
24	O tempo do jogo foi bom?	57,1%	14,3%	28,6%
25	O jogo foi divertido?	85,7%	14,3%	0%
26	É possível jogar com mais de um jogador?	0%	71,4%	28,6%
27	O jogo permite competição entre os jogadores?	0%	0%	100%
28	O jogo tem cooperação entre os jogadores?	85,7%	0%	14,3%
29	Resolver os desafios foi importante para finalizar o jogo?	100%	0%	0%
30	Você aprendeu alguma coisa nova sobre energia com o jogo?	57,1%	28,6%	14,3%
31	É possível aplicar alguma dica do jogo sobre consumo de energia?	57,1%	28,6%	14,3%

Fonte: Autoria própria

Analisando as informações acima, vemos que, em relação à concentração do jogo, todas as respostas demonstraram um alto nível de concentração. Os alunos comentaram que o jogo é muito legal e que gostariam de jogar novamente. Durante a aplicação do jogo, foi perceptível o envolvimento dos alunos e, na avaliação, os sete grupos responderam que o grau de concentração foi alto e poucos foram os fatores que levaram à distração. Para a primeira questão, que se referia à concentração do jogo, a resposta foi 100% relacionado a Muito/Sempre. As três respostas seguintes da mesma categoria apresentaram variações.

Em relação à dimensão objetivos do jogo, mesmo sem poder prever o que aconteceria no decorrer do jogo, os alunos tiveram um bom desenvolvimento, alegando que as instruções iniciais auxiliaram na compreensão e desenvolvimento do jogo.

Em relação à dimensão feedback, o jogo não oferecia nenhum registro de pontuação, porém, a cada questão, dava um feedback em relação ao acerto ou erro da questão respondida. Provavelmente por esses motivos, as respostas divergiram em relação ao feedback do jogo. Na resposta do resultado da análise da questão 9, “Ao responder um desafio você consegue saber se acertou ou errou?”, todos os alunos responderam que era possível saber se acertou ou errou o desafio, porém apenas 57,1% analisaram que era possível saber se estava indo bem ou mal no jogo, na questão 8.

Quando os alunos foram indagados o motivo de terem avaliado como ser possível “algumas vezes” saber a pontuação, responderam que com os feedbacks era possível ao menos saber se acertaram ou erraram o desafio, e já compreendiam isso como uma pontuação.

Em relação à ajuda do jogo, os alunos não observaram a ajuda proposta pela própria plataforma do jogo, mas sim a ajuda obtida pelos próprios colegas, já que estavam jogando em grupo, conforme relataram em uma conversa posterior à avaliação.

Pelo fato de não ter uma pontuação explícita, a maior parte dos alunos avaliou como não haver recompensa pelo esforço no jogo, sendo discutida a importância de inserir uma pontuação nos jogos.

A grande maioria dos alunos percebeu que o jogo não oferecia novas chances em caso de erro, porém o retorno (feedback) com a explicação correta do desafio foi

avaliado por alguns alunos como uma dica para acertar, caso optassem por jogar outra vez.

Apesar de o jogo não oferecer chance para corrigir o erro, 42,9% dos alunos alegaram que era possível, isso devido à mesma compreensão identificada na questão anterior, relacionada a uma nova tentativa do jogo.

Em relação à dimensão desafios do jogo, os alunos ficaram divididos, pois os grupos que não compreenderam as questões relacionadas à energia mecânica e ao termo “fazer um gato” avaliaram que o jogo apresentou um nível mais elevado de dificuldade.

Na maioria dos grupos a dificuldade estava relacionada à lacuna na seguinte afirmativa proposta na fase inicial do jogo: “Qualquer cidade precisa de pessoas, e elas precisam de alimentos para funcionar. As pessoas transformam a energia química dos alimentos em ...”.

A discussão de um dos sete grupos foi registrada por meio de filmagem²⁶ durante a execução do jogo, sendo possível compreender as dúvidas que surgiram relacionadas à energia mecânica. Os alunos discutiram e houve argumentação dos alunos A6, A13 e A20; o A17 estava presente no grupo, mas não se manifestou:

Aluno 13 leu a pergunta: Qualquer cidade precisa de pessoas, e elas precisam de alimentos para funcionar. As pessoas transformam a energia química dos alimentos em... (A13)
 Em energia elétrica. (A20)
 É, energia elétrica. (A6)
 A energia química transforma em quê? (A13)
 É, em energia elétrica, não é? (A13)
 Professora! (A6)
 Qual a pergunta? (Professora-pesquisadora)
 Qualquer cidade precisa de pessoas, e elas precisam de alimentos para funcionar. As pessoas transformam a energia química dos alimentos em.... (A13)
 As pessoas comem para poder gerar qual tipo de energia? (Professora-pesquisadora)
 Eólica. (A20)
 As pessoas geram vento? (Professora-pesquisadora)
 Não. (A20)
 Qual energia, então? (Professora-pesquisadora)
 Cinética, mas não tem a opção aqui. (A6)
 A energia do movimento, qual é? (Professora-pesquisadora)
 Mecânica. (A6)
 Então eu acertei! É mecânica! “Isso mesmo, as pessoas transformam a energia química em energia mecânica”. (A13)

²⁶ Na ocasião filmamos e gravamos o áudio de 3 grupos diferentes, no entanto, foi possível compreender os trechos das falas de apenas um equipamento. Os demais ficaram prejudicados com os ruídos externos.

O aluno A6 chegou à resposta correta pela eliminação das respostas, indicando ter um certo conhecimento do termo.

A mesma dúvida foi gerada em uma outra pergunta, podendo ser observado, no diálogo a seguir, como os alunos resolveram a questão sem intervenção da professora:

Aluno 13 leu a questão proposta no jogo: Os carros precisam de combustível para funcionar. A Energia química dos combustíveis se transforma em... (A13)
 Eólica. (A17)
 Mecânica. (A20)
 Mecânica. (A6)
 Espera! A energia química é o motor, não é? (A1)
 É, mecânica. (A6)
 É mecânica! (A17)
 Não! É o motor. (A6)
 É mecânica. O carro é mecânico, tem o motor. (A17)

Nessa discussão podemos verificar que, apesar de os alunos estarem imersos no mundo virtual do jogo, eles também se envolveram em atividades cognitivas desenvolvendo um importante diálogo e interação, conforme Buckingham (2010) descreve como uma capacidade de um bom jogo envolvente.

Mesmo apresentando dificuldades, a maioria dos alunos avaliou que foi possível responder os desafios propostos e a maioria dos alunos (71,4%) avaliou que não houve uma linha de dificuldade crescente no jogo. Os alunos retrataram que essa dificuldade foi relacionada às duas questões que apareceram, cujas aprendizagens dos alunos sobre o tema não eram suficientes para responder à questão.

Em relação à motivação para melhoria da resposta, durante o jogo os alunos demonstraram muito interesse, solicitavam ajuda nas questões com dúvidas, não optaram por tentativa e erro, mesmo porque o jogo não dava uma nova chance para o jogador. Dessa forma, realizavam leitura atenta para responder corretamente as questões. Isso pode ser identificado nas respostas obtidas na avaliação em relação à motivação para melhorar suas respostas. Os alunos que responderam “algumas vezes”, justificaram que já sabiam muitas respostas e que não precisavam melhorar.

Em relação à dimensão autonomia e controle do jogo, os alunos que responderam algumas vezes identificaram o motivo de não existir a apresentação das regras desde o início do jogo. No entanto, os demais alegaram que, mesmo sem a explicação das regras, era possível entender no decorrer do jogo o que era para ser realizado.

Em relação à diversão relacionada à aprendizagem propiciada pelo jogo, todos afirmaram que foi muito divertido aprender a jogar.

Pelo fato de não haver pontuação, o jogo não tratava o erro como condição para perder ou ganhar. Porém, na discussão da questão 21: “Quando o jogador erra ele perde o jogo?”, os alunos alegaram ser interessante na dinâmica do jogo existir o “game over”, para que o jogador possa tentar melhorar e avançar no jogo. Sendo assim, 100% avaliaram que não era possível perder o jogo quando o jogador erra nesse jogo.

Em relação à dimensão imersão, ficou muito nítida a concentração dos alunos na aplicação do jogo. Eles reconheceram que o jogo proporcionou uma imersão na atividade, conforme avaliado na questão 22: “Você quis jogar até o fim?”. Nesse caso, 100% responderam que sim. O mesmo ocorreu na questão 23 que questionava se os estudantes quisessem jogar mais quando o jogo acabou. A resposta foi unânime que sim.

Na questão relacionada ao tempo do jogo, a interpretação dos estudantes foi diferente da proposta. Quando questionados, eles alegaram que o tempo destinado ao jogo não proporcionou repetir a jogada. Sendo assim, as respostas estavam relacionadas à vontade de continuar a jogar e/ou jogar novamente.

Apesar de demonstrar total interesse e imersão no jogo, quando avaliaram a diversão, alguns alunos demonstraram que o jogo não foi divertido o tempo todo. Durante a conversa para rever as respostas, foi identificado que os alunos não avaliaram apenas o potencial do jogo em si, mas, inclusive, todas as relações sociais que envolveram o momento que eles jogaram. A crítica em relação à diversão estava relacionada aos conflitos que foram gerados em um grupo e à dificuldade de todos os alunos jogarem o mesmo jogo. A necessidade de jogarem em grupo causou frustração em alguns alunos.

Em relação à dimensão interação social, houve divergência nas respostas, pois mais uma vez avaliaram o contexto em que o jogo foi oferecido e não apenas os aspectos existentes no jogo em si. Na questão 26, alguns alunos avaliaram que era possível jogar com mais de um jogador. Apesar de o jogo ter sido configurado para apenas um jogador, eles jogaram em grupo, de forma coletiva, compartilhando as respostas entre três ou quatro alunos, mas não identificaram essa situação como uma alternativa positiva.

Em relação à competição proporcionada pelo jogo, realmente o jogo não tinha uma proposta competitiva e era destinado a apenas um jogador, por isso a resposta unânime de que não era possível haver competição. Na análise da questão 27 “O jogo permite competição entre os jogadores?”, os alunos criticaram as alternativas disponibilizadas nas respostas, demonstrando a necessidade de haver a alternativa “não” ou “nunca”.

Na última questão, relacionada à dimensão interação social, houve divergência em relação às respostas anteriores. Apesar de responderem que não era possível jogar com mais do que um jogador, avaliaram que o jogo proporcionava cooperação entre os jogadores. Mais uma vez avaliaram o contexto em que vivenciaram o jogo, alegando que, para responder os desafios, os alunos ajudaram uns aos outros, buscando chegar à resposta correta.

E, por fim, na dimensão aprendizagem, relacionada à melhoria do conhecimento sobre energia, os alunos apontaram a necessidade de resolver todos os desafios para finalizar o jogo, referente à questão 29: “Resolver os desafios foi importante para finalizar o jogo?”. Na discussão, identificaram essa característica como positiva, pois assim é possível aprender tudo o que o jogo oferece como conteúdo.

Em relação à aprendizagem que o jogo proporcionou, os alunos que apontaram regular ou pouco justificaram que já sabiam quais eram as respostas corretas, enquanto um pouco mais da metade dos alunos 57,1% justificou que aprendeu que fazer ligações clandestinas era chamada de “fazer um gato”, além de aprenderem um novo tipo de energia, a energia mecânica.

Sobre a aplicação do jogo, relacionada à questão 31, os alunos foram coerentes com a resposta anterior. Quando questionados sobre quais aplicações eram possíveis, apontaram o uso de lâmpadas de LED, a instalação de placas de energia solar nas residências e o uso de carros elétricos.

De modo geral, a avaliação apontou o grande interesse e envolvimento dos alunos na proposta do jogo. Ao observar os alunos jogarem, apesar da empolgação, não era tão evidente a valorização que empregaram para a proposta oferecida nesse jogo. Analisando os resultados, foi possível observar conhecimentos dos alunos específicos de design de jogo, como, por exemplo, o repertório de jogos com ênfase em pontuação e fases, demonstrando que sentiram falta desse recurso, mas reconheceram o feedback como uma alternativa viável para recompensar o jogador.

No entanto, criticaram a falta de oportunidade de tentarem novamente, como uma oportunidade de voltarem na fase que erraram, demonstrando atratividade para os jogos com tentativas e erros consecutivos. A necessidade de ter uma explicação inicial nos jogos para orientar o jogador foi outro aspecto marcante para os alunos.

Também foi possível observar a dificuldade dos alunos em analisar apenas o jogo em si, sem analisar as relações pessoais que envolveram o momento do jogo. Isso ficou evidente quando avaliaram as questões de multiusuários, ajuda do jogo e diversão proporcionada pelo jogo. Ao invés de apenas verificar os aspectos favorecidos pelo jogo, eles contaram com o fato de jogar em grupo (multiusuários), a colaboração entre os colegas para responder as questões (eliminando a necessidade de ajuda fornecida pelo próprio jogo) e os conflitos entre os integrantes do grupo, o que prejudicou a diversão oferecida pelo jogo.

Essas análises influenciaram muito no planejamento da narrativa dos alunos, principalmente a questão da orientação inicial (a qual será descrita logo a seguir, no planejamento de cada grupo), criando uma preocupação nos alunos em passar as informações necessárias. Isso ficou tão evidente que, em alguns casos, os alunos reduziram a explicação no final do jogo, pois avaliaram, ao finalizar e testar o jogo, que estava muito detalhado e cansativo.

Por fim, a avaliação também demonstrou que o jogo propiciou discussões dos conhecimentos científicos e a necessidade de revisão de conceitos.

Essa etapa prévia fez-se necessária considerando que os alunos não conheciam as possibilidades de criação propiciadas pelo Arduino, Makey Makey e programação de placas de interação física com Scratch. Além dessa necessidade, a construção de jogos também exigia um conhecimento prévio de alguns conceitos de energia e de design de jogo para que os alunos pudessem planejar o roteiro do jogo.

A utilização desses materiais mais complexos com alunos dos anos iniciais torna-se possível quando o trabalho é iniciado com propostas mais simples em processo gradativo de aprendizagem dos conceitos, conforme aponta Lorenzetti (2000, p. 27): “o local e os materiais são fatores de pouca relevância”, pois é o “enfoque e a forma como serão apresentadas as atividades práticas” que contribuirão “para o desenvolvimento ímpar da aprendizagem significativa”.

Atividade 2: Analisar coletivamente a avaliação

Após a avaliação nos grupos, realizamos uma discussão coletiva para identificar as dificuldades relacionadas ao conceito de energia, que apareceram no decorrer do jogo.

As duas questões relacionadas à energia mecânica no jogo possibilitaram a observação de que os alunos conheciam apenas o termo energia cinética e desconheciam o termo energia mecânica. Ao final da aula, os alunos foram questionados se havia algum termo desconhecido no jogo e todos os grupos apontaram “energia mecânica”. Dois grupos relataram que também desconheciam o termo “fazer um gato”, o qual apareceu na seguinte questão do jogo: “Fazer gato é uma atividade ilegal, além de perigosa. Qual o maior risco de fazer um gato?” Os alunos que conheciam o termo “fazer um gato” explicaram para os demais o seu significado.

A dúvida geral sobre energia mecânica foi solucionada no início da aula seguinte. Dessa forma, a próxima aula foi iniciada com a apresentação de uma animação para explicar a energia mecânica²⁷ e a leitura de um texto sobre o tema, com ilustrações que buscavam exemplificar e diferenciar os tipos de energia mecânica. Para verificar a aprendizagem dos alunos nesta questão, foi proposto que eles criassem um desenho que representasse a energia mecânica, potencial e cinética. Na Figura 24 verificamos que os alunos ilustraram a energia potencial e a cinética por meio do repouso e movimento da bola em jogos esportivos, enquanto que A4 (Figura 25) utilizou tanto da representação do desenho quanto da escrita para esclarecer que a energia mecânica está relacionada à força dos músculos. Já na Figura 26, a aluna A10 representou a energia potencial à esquerda e a energia cinética à direita. Em todos estes exemplos, os alunos relacionaram a energia mecânica aos movimentos realizados pelas pessoas.

²⁷ Animação disponibilizada em
<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/storage/recursos/1409/sim_energia_trapezista.htm>.



Figura 24 - Dir. A18 ilustrou a energia potencial. Esq. A9 ilustrou a energia cinética.

Fonte: Produções dos alunos.



Figura 25 - A4 representou por imagem e descrição o seu conceito de energia mecânica.

Fonte: Produção do aluno A4.



Figura 26 - A10 ilustrou tanto a energia potencial quanto a energia cinética.

Fonte: Produção da aluna A10.

Outro exemplo é o da aluna A7 (Figura 27), que demonstrou tanto a energia potencial, quanto a energia cinética, por meio dos movimentos dos carros da montanha russa, não relacionando apenas à energia gerada por humanos, mas, inclusive, aos movimentos de objetos.



Figura 27 - A7 ilustrou a energia potencial e cinética por meio do movimento dos carros.

Fonte: Produção do aluno A7.

Essa etapa prévia fez-se necessária considerando que os alunos não conheciam as possibilidades de criação propiciadas pelo Arduino, Makey Makey e programação de placas de interação física com Scratch. Além dessa necessidade, exigia um conhecimento prévio de alguns conceitos de energia e de design de jogo para que pudessem planejar o roteiro do jogo.

5.1.4 Terceiro momento: Aplicação do conhecimento

Após solucionadas as dúvidas que surgiram por meio do jogo e, com a compreensão das possibilidades de criação com Scratch, Arduino e Makey Makey, além da realização da análise de alguns aspectos dos jogos, foi proposta a criação da narrativa de um novo jogo. Essa etapa se caracteriza como aplicação do conhecimento, o terceiro momento descrito por Lorenzetti, Viecheneski e Carletto (2012), quando o conhecimento sistematizado, que vem sendo compreendido e incorporado pelo aluno, passa a ser utilizado. Dessa forma, todo o conhecimento desenvolvido tanto em relação ao tema energia, quanto à programação do Scratch,

montagem e programação das placas Arduino e Makey Makey, foi utilizado na produção de um jogo digital com interação física, trabalhando com o conceito de energia.

Etapa 5 – Criação de jogos

Atividade 1: Conhecer a Casa ecológica da ONG Pupa Permacultura

Para isso, iniciamos contando a história de uma casa ecológica localizada no Bairro dos Freitas, em São José dos Campos - SP, pertencente à Organização Não Governamental (ONG) Pupa Permacultura. Em conjunto com a Pape da escola, realizamos uma visita ao local, já que não seria possível levar os alunos devido à distância. Por isso, utilizamos recursos de filmagem e fotografia para registro, de modo a mostrar aos alunos como era a casa e a explicação dada pelos responsáveis sobre diferentes aspectos de sua estrutura e funcionamento.

A ONG Pupa Permacultura é um coletivo que tem por foco o desenvolvimento de projetos nas áreas da Permacultura, Meio Ambiente, Cultura Popular e Saúde integral²⁸. Essa ONG desenvolve atividades voltadas à sustentabilidade e construções ecológicas, além de cursos e mutirões gratuitos em Permacultura e sustentabilidade em geral. Além da sede da ONG, eles mantêm uma casa construída com materiais reaproveitados e de baixo custo, com foco na sustentabilidade por meio de uso de energia limpa e renovável.

A apresentação inicial da casa foi narrada por uma animação que criamos no Scratch para apresentar o local de forma fictícia aos alunos. Na Figura 28 é possível observar algumas telas da animação que narram as possibilidades de utilização de energias limpas e renováveis.

²⁸ Fonte: Informações disponíveis em <https://www.facebook.com/pg/PUPA.Permacultura/about/?ref=page_internal> Acesso em jan 2017.



Figura 28 - Telas da animação sobre a Casa Sustentável.

Fonte: Autoria própria

Em seguida, discutimos se era possível existir atualmente uma casa nestes moldes. Durante a discussão, os alunos comentaram que a animação mostrou que a casa utiliza a energia solar a partir das placas fotovoltaica e térmica, além do motor para gerar energia a combustão para ligar grandes máquinas. Também aproveitam a luz do sol com a iluminação obtida pelos vidros dos telhados.

Em relação à energia solar, comentaram:

Qual a placa que eles usam para captar a luz solar? Têm dois tipos de placas solares, quais são? (Professora-pesquisadora)
 Tem a térmica e a fotovoltaica. (Turma)
 Isso. A fotovoltaica serve para quê? Ela transforma a luz solar em quê? (Professora-pesquisadora)
 Energia elétrica. (Turma)
 Energia elétrica, que eles utilizam para carregar celular, acender a lâmpada. E a outra placa serve para quê? A fotovoltaica transforma a luz do Sol em energia elétrica. A outra placa... (Professora-pesquisadora)
 A térmica (Turma)
 A térmica, vai transformar a luz do Sol em quê? (Professora-pesquisadora)
 Em energia elétrica. (Turma)

Não. (Professora-pesquisadora)
 Ela vai aquecer a água. (Turma)
 Isso, então é uma energia o quê? (Professora-pesquisadora)
 Térmica? (Turma)
 Isso, térmica. (Professora-pesquisadora)

Questionados sobre a possibilidade de existir uma casa assim, alguns alunos comentaram que sim, outros que não, outros ficaram em dúvida. Nesse contexto, a aluna A7 relatou uma dúvida, que foi comentada pelos demais alunos e discutida com a professora-pesquisadora:

Eu acho que não é possível uma coisa esquentar comida com fumaça. (A7)
 Mas só gera fumaça o fogão dele? Quando ele coloca lenha só faz fumaça?
 Ele disse que faz pouca fumaça. O que acontece quando coloca a lenha?
 (Professora-pesquisadora)
 Fogo. (Turma)
 Por exemplo, uma churrasqueira... (Professora-pesquisadora)
 Ele falou que faz fumaça (A5)
 Não, ele disse que gera pouca fumaça, porque essa fumaça não é boa. Ele controla a entrada do ar para aumentar a potência do fogo. Como por exemplo uma churrasqueira quando faz muita fumaça ela não assa com eficácia os alimentos. (Professora-pesquisadora)
 E o que seria possível ter em uma casa? Ela (aluna A7) falou porque ela acha que não seria possível. O que seria possível fazer na realidade o que foi demonstrado nessa casa? (Professora-pesquisadora)
 Energia solar, térmica, química, mecânica... (Turma)

Após a discussão, assistiram o vídeo com os registros da visita real. Em seguida, levantamos as opções que apareceram como fontes alternativas de energia e os alunos registraram as informações na produção de um texto sobre as fontes alternativas de energia utilizadas em residências.

Na discussão, percebemos que alguns alunos estavam com dúvidas em relação ao conceito de energias limpas e renováveis. Para solucionar essas dúvidas, foram oferecidos textos de livros didáticos e de sites da internet, como uma retomada da organização do conhecimento proposto no segundo momento. Após a leitura, realizamos discussões para solucionar as dúvidas, mostrando a necessidade de retomada de conteúdos que seriam necessários para a produção do jogo digital.

Como registro, os alunos ilustraram fontes de energia limpas e renováveis, conforme é possível observar nas imagens a seguir. Após a ilustração, cada aluno explicou oralmente o significado do que ilustrou. Na Figura 29, tanto na representação à esquerda do aluno A6, quanto na figura à direita do aluno A17, foi representada a produção de energia eólica e a plantação de cana-de-açúcar para produção do etanol.



Figura 29 - Representação de energia eólica e plantação de cana-de-açúcar para fabricação do Etanol.

Fonte: Produção dos alunos A6 (esquerda) e A17 (direita).

Na Figura 30, o aluno A3 ilustrou a produção de energia eólica como fonte de abastecimento de carros elétricos.

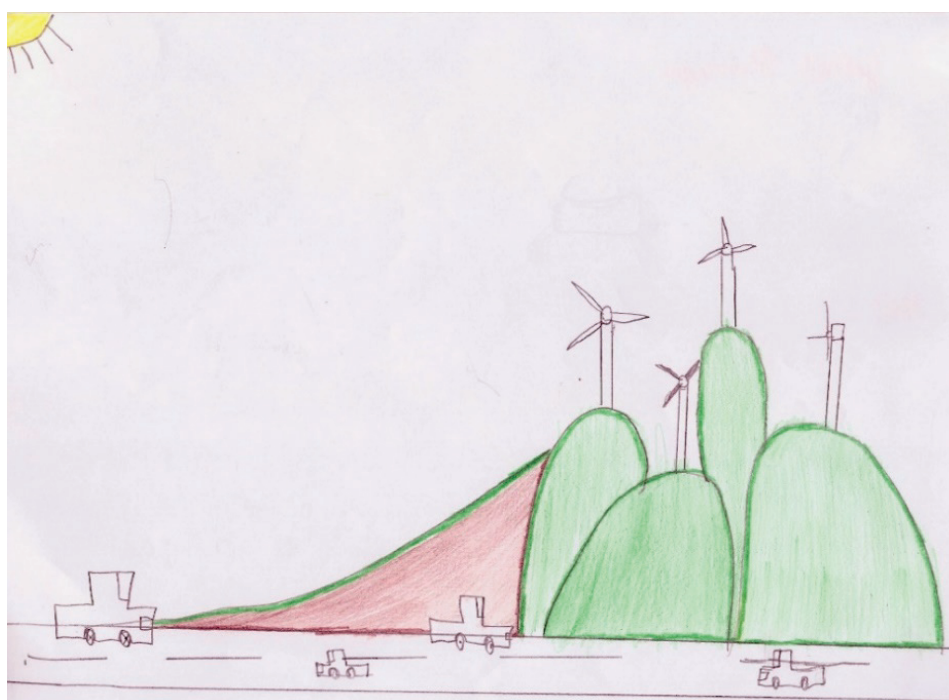


Figura 30 - Produção de energia eólica para abastecer carros elétricos.

Fonte: Produção do aluno A3.

A aluna A2 representou a energia das marés como mostra a Figura 31.

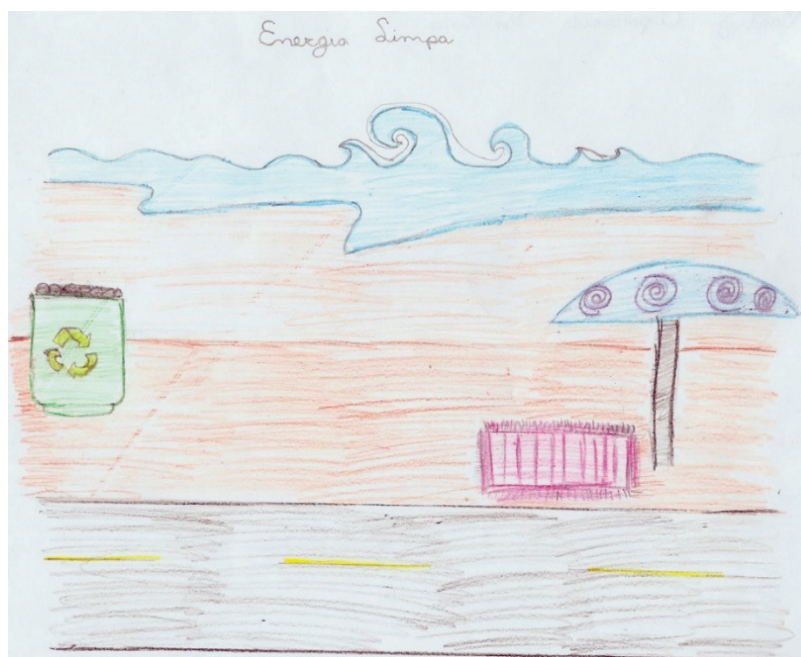


Figura 31 - Energia das marés

Fonte: Produção da aluna A2.

Atividades 2 a 6: Criação da narrativa, elaboração de personagens, roteiro e programação dos jogos

Dando continuidade ao processo de criação da narrativa dos jogos, foi discutido coletivamente como este poderia ser criado, qual narrativa poderia envolver todos os grupos e quais estratégias eram necessárias para o jogo ser desenvolvido, de forma a possibilitar a disseminação de ideias que utilizassem fontes alternativas de energia e/ou estratégias para uso consciente de energia.

A escolha do tema que envolveria o jogo contou com três sugestões dadas pelos alunos, as quais poderiam envolver uma fazenda, um bairro ou uma casa. Os alunos argumentaram porque sugeriram estes locais e tentaram justificar porque era uma boa ideia e partimos para a discussão, resultando nos números abaixo obtidos pelo voto dos 21 alunos presentes na aula:

- Fazenda: 1 voto
- Bairro: 5 votos
- Casa: 15 votos

Dessa forma, decidiu-se que a narrativa do jogo aconteceria em uma casa, onde os habitantes criariam alternativas para o uso consciente e sustentável de diferentes fontes de energia. Notamos, na discussão, que a decisão pela casa teve influências do modelo de casa apresentada no vídeo da casa ecológica.

No jogo que aconteceria nessa casa, o jogador deveria interagir tanto com o ambiente físico, por comandos detectados pelas placas de prototipagem, quanto com o ambiente virtual programado com Scratch.

Para isso, organizamos os alunos em seis grupos²⁹ (quatro grupos com quatro alunos e dois grupos com três alunos) para traçarem as estratégias do jogo e escrever a narrativa que seria desenvolvida. Cada grupo escolheu um cômodo da casa e um tipo de energia que seria explorado nesse local, abordando a energia eólica, energia solar com placa fotovoltaica para geração de energia elétrica, energia térmica produzida pelo aquecimento do fogão a lenha e pisos sustentáveis (inspirados na leitura de uma reportagem do novo piso do Cristo Redentor - RJ), conforme descrito no Quadro 4 a seguir:

Quadro 4 - Escolhas iniciais dos grupos para produção dos jogos digitais.

Grupos	1	2	3	4	5	6
Tipo de energia escolhida	Energia eólica	Energia térmica	Energia cinética - piso sustentável	Energia solar – fotovoltaica	Energia solar - fotovoltaica	Energia solar – térmica
Cômodo da casa que ficará responsável	Sala de estar	Cozinha (cozinhar, aquecer a água), além de criar estratégias para economizar energia nos demais aparelhos	Salão de festas	Quarto	Área externa da casa: quintal e jardim, além de utilizar para recarregar o carro elétrico	Banheiro e lavanderia

Fonte: Produção coletiva com os alunos.

²⁹ A decisão pela divisão da turma em 6 grupos se deu pelo fato de termos 7 computadores funcionando. Considerando que algum outro poderia apresentar problemas a qualquer momento, contamos com um computador reserva e montamos os 6 grupos. No decorrer do trabalho, outros 2 computadores apresentaram problemas, um deles parou de funcionar e outro desligava constantemente, prejudicando o andamento das atividades do grupo. Para auxiliá-los, levamos o nosso computador pessoal para que pudessem finalizar a atividade.

Após terem decidido coletivamente que a narrativa do jogo aconteceria em uma casa, e cada grupo ter escolhido a parte da casa e o tipo de energia com o qual trabalhariam, partiram para a criação dos personagens. Os alunos desenharam em folha sulfite os candidatos que foram eleitos por todos os alunos. Os personagens escolhidos foram digitalizados e coloridos no programa *Paint.net*. Na Figura 32 é possível verificar a aluna utilizando o programa para colorir a ilustração.



Figura 32 - Aluna colorindo a personagem do jogo

Fonte: Arquivo fotográfico próprio.

Os personagens constituíram-se de mãe, pai, filho, filha e adolescentes convidados para uma festa, de acordo com a ordem da esquerda para a direita, representados na Figura 33.

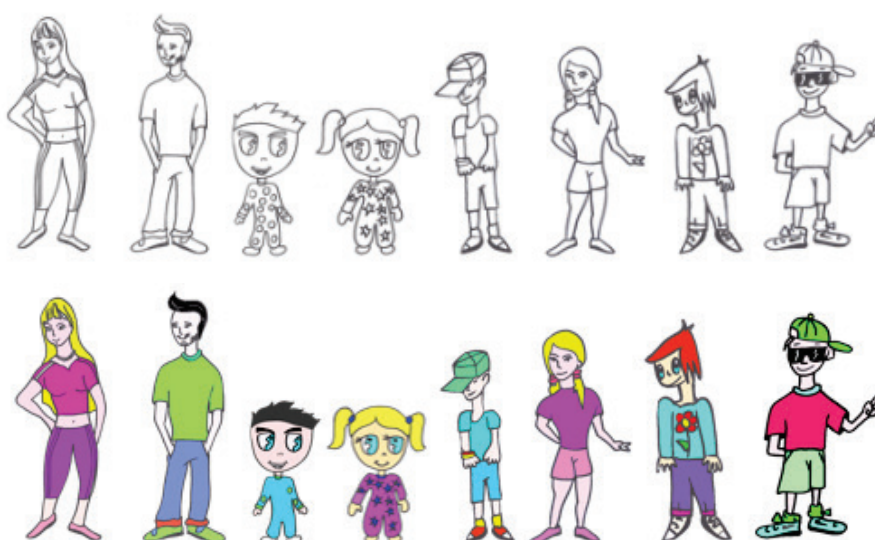


Figura 33 - Personagens criados para o jogo

Fonte: Produção dos alunos.

Outra necessidade que surgiu foi pensar em um nome para o jogo como um todo. Para decidir, realizamos uma roda de conversa para observarem os aspectos que abordam o jogo. Como as ideias eram diversas, cada aluno escreveu em um papel a sugestão de um nome, obtendo-se as seguintes opções:

- O desafio da casa econômica
- Economizando na casa nova
- Energia legal
- *The challenge of economic house*
- Casa eficiente
- *House economic*
- Jardinagem e energias
- Casa dos sonhos
- Tente se puder
- Festa Maluca
- A casa maluca
- O desafio elétrico
- Casa sustentável
- Casa ecológica
- Economizando na casa nova
- Economizando a energia
- Economia de energia

Em uma conversa, decidimos por três nomes, os quais foram para eleição em um formulário criado no Google Drive, contando com o voto dos alunos presentes na aula e as professoras. O resultado da eleição pode ser observado no gráfico da Figura 34.

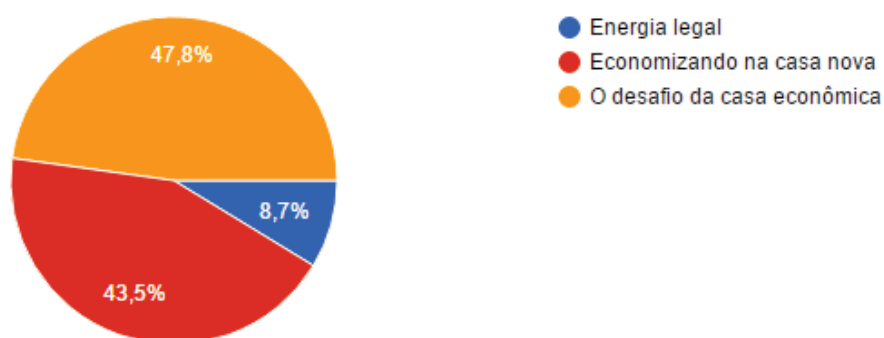


Figura 34 - Análise do resultado da eleição do tema.

Fonte: Gráfico obtido no Formulário do Google Drive.

Com todas as decisões coletivas efetivadas, cada grupo partiu para o planejamento da narrativa da sua parte da casa. Reunidos com os integrantes do grupo, os alunos registraram suas primeiras ideias, respondendo às seguintes questões:

- Quais serão os personagens na sua etapa do jogo?
- Como será o roteiro do cômodo que seu grupo escolheu? O que vai acontecer?
- Quais as instruções que serão dadas no início do jogo?
- Qual a explicação que o personagem ou narrador vai dar sobre a energia (...)?
- Como vai acontecer esse jogo na tela do Scratch?
- Qual o desafio que o jogador deverá resolver no Scratch?
- Como vai acontecer o desafio na montagem física?
- Qual o desafio que o jogador deverá resolver na montagem (com Arduino, Makey Makey, Paper Circuits...)?
- O que vai acontecer quando o jogador errar o desafio? Terá alguma ajuda? Qual?
- Terá pontuação no jogo? O jogador poderá perder o jogo? Se sim, como será?
- O jogador vai vencer? Como e quando?
- Como será o final do jogo?
- Liste os materiais que você vai precisar para montar seu jogo:

As respostas dos grupos foram analisadas para detectar as intenções do grupo e necessidades de recursos de pesquisa e materiais. Era preciso refinar algumas falas dos personagens e inserir informações relevantes sobre a energia escolhida. Para isso, pesquisaram em sites de busca e em links sugeridos tanto pelas professoras, pela professora-pesquisadora, quanto por outros colegas, quando encontravam temas relevantes que poderiam ser úteis para outros grupos. Os sites selecionados para consulta pelos grupos foram compartilhados em um documento salvo na rede local com acesso para todos os grupos e, após o término da atividade, foi compartilhado online³⁰.

³⁰ Disponível para consulta em <<http://bit.ly/2jRzN4H>>

Os estudantes realizaram um registro individual com a explicação inicial do jogo e os diálogos dos personagens para cada integrante do grupo, de modo que todos pudessem ter a oportunidade de expor suas ideias. Em seguida, reuniram-se em grupo para organizar as contribuições e dar prosseguimento à programação do jogo.

Propusemos a socialização das ideias para contribuições dos demais colegas. Cada grupo relatou oralmente a sua proposta inicial de narrativa para o jogo, porém, em alguns grupos, essas ideias ainda foram modificadas ao longo do trabalho. A seguir, apresentamos a narrativa de cada um dos grupos:

- Descrição inicial da narrativa criada pelo grupo 1, composto pelos alunos A6, A13, A17 e A20:

O jogo vai começar com uma mulher e um homem. O homem vai perguntar qual é o seu nome, o jogo vai deixar você escrever, você escreve seu nome e aí a mulher pergunta se você está preparado, você responde e a mulher pergunta se pode começar e você aperta o play, aí vai clicar e começar. (A17)
O rapaz começa a explicar sobre a energia eólica, explica sobre os aerogeradores, os parques eólicos e depois ele vai para a sua casa e mostra um gerador portátil que ele tem em frente a casa dele para gerar energia elétrica para casa. (A13)
E os desafios vão ser colocar os móveis na casa, construir a casa, fazer um quintal para ter os aerogeradores, os parques eólicos, tem que comprar os objetos, colocar as lâmpadas de LED. (A6)

- Descrição inicial da narrativa criada pelo grupo 2, composto pelos alunos A4, A7, A8 e A9:

Nós queríamos fazer um jogo “A cozinha”, para as pessoas que jogarem aprenderem um pouco da energia da cozinha, para economizar e se divertirem. Não queríamos fazer desafios muito difíceis, por que se eles ficarem tentando, tentando... (A7)
É, vai ficar enjoativo, vai perder a graça do jogo. (A4)
São desafios leves para a pessoa adivinhar o que está acontecendo no jogo. A gente vai explicar, o que está acontecendo, vamos fazer fundos mais divertidos e que contêm energia. A gente pegou a cozinha porque é um lugar que tem muito uso de energia, por causa do fogão, da geladeira, micro-ondas, tem vários tipos de coisas. Vamos colocar também coisas econômicas, como o fogão térmico, que usa o “capim elefante³¹”, que polui menos o ar e não desperdiça energia, estamos tentando fazer uma coisa que gasta menos energia e faz bem para o nosso planeta. (A7)
Nós tivemos a ideia de não deixar a geladeira perto do fogão, porque o fogão é quente e vai fazer a geladeira gastar mais energia. (A8)
A gente vai fazer na cozinha um bebedouro de água, uma geladeira que economiza. Vamos fazer no jogo se a pessoa colocar a geladeira perto do

³¹ Os estudantes conheceram a possibilidade de utilizar o capim-elefante em reportagens. Tinham entendimento de que não era uma opção viável para todos, mas optaram por manter como uma informação adicional e por ser mais uma opção de uso.

fogão, ela não vai perder todo o jogo, ela vai perder os pontos. Cada vez que estiver errado ela perde ponto e vamos explicar o porquê está errado, porque se não explicar eles não vão entender nada. (A7)

Como vocês sabem que colocar a geladeira perto do fogão não é bom? (Professora)

Porque os meninos pesquisaram, para saber se é verdade para poder fazer o trabalho. Nós quatro entramos no site e vimos lá que deixar a geladeira perto do fogão gasta mais energia. (A7)

- Descrição inicial da narrativa criada pelo grupo 3, composto pelos alunos A11, A14, A15 e A21:

Quatro adolescentes vão estar em uma festa, numa casa, com um piso chamado “Ecopiso” que foi fabricado na Holanda e foi trazido para o Brasil, o lugar que mais usa é no Rio de Janeiro. Esse piso vai estar lá no salão de festas que os adolescentes vão estar, e os desafios vão ser os seguintes: Quando aparecer vermelho sempre vai ter quatro setas: direita, esquerda, para frente e para trás. Aonde acender vermelho, você tem que pisar. Cada partida que você ganhar, você ganha dez pontos e para passar de fase são necessários cem pontos, ou seja, dez desafios em uma fase. A cada fase fica mais difícil e mais rápido. (A12)

E vão falar sobre que tipo de energia? (Professora)

Energia mecânica, elétrica. (A12)

- Descrição inicial da narrativa criada pelo grupo 4, composto pelos alunos A5, A19 e A22:

Qual é o cômodo de vocês (Professora)

O quarto (A5)

Qual vai ser a energia? (Professora)

Eólica. (A5)

Eólica não, solar. (A19)

Quais vão ser os desafios do jogo? (Professora)

As fases (A5)

Ele vai ter três fases. Uma das fases que eu coloquei foi sobre virar algumas placas solares em direção ao Sol. (A19)

E uma fase ele vai colocar as placas solares, mas ela não vai ter bastante energia para ele conseguir usar tudo o que tiver na casa. (A5)

Ele vai ter que saber como montar uma placa solar. (A19)

A gente estava pensando em colocar no final do jogo uma fase mais difícil. A pessoa vai ter que tentar construir o quarto e ter energia para funcionar o quarto inteiro. Energia para as tomadas, para a bateria do computador... (A5)

- Descrição inicial da narrativa criada pelo grupo 5, composto pelos alunos A2, A3 e A12:

Assim que o jogador chegar na garagem vai começar uma corrida. Ele tem que pegar os itens e responder uma pergunta. Se acertar, ganha ponto, se errar, perde ponto. Assim vai até ele terminar. (A3)

Cada desafio vai ser um pouco difícil e um pouco fácil. (A2)

O desafio começa mais fácil e vai para o mais difícil. (A3)

Qual energia que vocês estão trabalhando? (Professora)

A gente está trabalhando com energia solar. (A3)

A gente vai fazer aquela do carro, e o jogador vai dirigir por dentro. Ele vai recolhendo os itens, cada vez que ele pegar os itens ele vai ganhando ponto. Se ele conseguir chegar na garagem ele ganha e vai para a próxima. (A12)
 Mais alguma coisa no jogo de vocês? (Professora)
 Não. (Alunos)

O grupo 6 havia planejado trabalhar com a energia térmica no banheiro e lavanderia, porém, não conseguiu elaborar estratégias e desafios para o jogo nesse ambiente. Dessa forma, os estudantes modificaram para o ambiente do jardim, que inicialmente era do grupo 5, que trabalharia com o jardim e a garagem, ficando com muitas tarefas. Como o grupo 5 aceitou ficar somente com a garagem, a ideia do trabalho com o jardim ficou sob responsabilidade do grupo 6. Segue abaixo a descrição da narrativa criada pelo grupo 6, composto pelos alunos A1, A10, A16 e A18:

A mãe e o pai vão entrar no jardim e eles terão que responder as perguntas para que as luzes que estão ao redor do jardim possam se acender. (A10)
 Conforme eles responderem cada luz vai acendendo, em volta. (A16)
 Qual energia vocês estão colocando? (Professora)
 A gente vai usar energia solar e também a mecânica. (A10)

Para a narrativa do jogo, os estudantes contemplaram os conteúdos estudados: fontes alternativas de energia, produção, armazenamento, transformação e condução.

Na elaboração do jogo, cada grupo construiu uma maquete física, criando ligações para acionar os equipamentos de geração e condução de energia, além de elaborar desafios com conteúdo específico do tema desenvolvido para serem resolvidos virtualmente, por meio de uma interação de desafios físicos e virtuais, comandados pela narrativa que foi programada no Scratch.

A etapa de programação do jogo ainda envolveu a organização do conhecimento, pois, para criar a narrativa envolvendo os conceitos científicos, era necessária uma pesquisa para aprofundamento dos conteúdos que seriam abordados em cada fase. Verificamos assim que a produção do jogo favoreceu novas aprendizagens e a necessidade de aprofundar o conhecimento e não apenas sistematizá-lo.

Dessa forma, os estudantes foram incentivados a realizar pesquisas em sites de busca, em links previamente determinados, em revistas e livros, de modo a aprofundar o tema abordado por cada grupo (energia eólica, solar, térmica, pisos

sustentáveis). Após finalizadas as pesquisas, refizeram as narrativas iniciais e elaboraram o gabarito do jogo, relacionando os materiais necessários (sensores, atuadores, materiais alternativos etc.) e programaram o jogo no Scratch, associando a programação digital às intervenções físicas realizadas na maquete do jogo com interação por meio das placas de prototipagem.

A seguir será descrito o trabalho de cada um dos seis grupos, com as narrativas definitivas.

Grupo 1: Sala da casa

O grupo um ficou responsável pela sala da casa. Desenvolveu uma narrativa na qual o jogador precisa ligar um secador de cabelo para conseguir movimentar a hélice da energia eólica e acender o LED na maquete física para progredir na fase inicial do jogo virtual. Devido à complexidade das atividades, o grupo dividiu com autonomia as suas tarefas. O aluno A13 explicou como se deu essa divisão:

Nos dividimos em quem era bom em cada coisa, eu sou bom na programação, A17 conecta os fios nos lugares certos, A6 e A20 ficavam brincando, mas também ajudavam. E juntos conseguimos terminar, mas quem não era bom em sua tarefa, nós pedíamos ajuda para a professora ou nós mesmos conseguiríamos resolver.

Cada um fez suas tarefas para concluir-mos o jogo, demorou bastante, muito mesmo, (mais ou menos 4 meses), mas finalmente consegui-mos terminar, um fez a tarefa de conectar os fios no arduino para o jogo funcionar com a hélice da nossa sala. Um programava, o outro terminava a casa e tentava ligar o Led da sala e o outro escrevia. (A13)

Em depoimento oral, os alunos relataram como foi o momento criativo do jogo, demonstrando tomadas de decisões em grupo e o momento de exploração de diferentes materiais para criação do jogo, além de aspectos significativos dos 4P da aprendizagem criativa:

Nós escolhemos o tema sobre energia eólica, porque a gente achou que ela foi a mais importante pra gente. (A6)

A gente começou usando uma caixa de coisas recicláveis e ficamos inventando, ligando tudo nos fios. E aí começamos a formar um jogo. (A17)

Nós pegamos uma caixa de papelão e resolvemos criar um jogo na vida real para depois passar para o computador. Usamos caixas recicláveis, tampinha de garrafas pet, caixinha de remédio e fomos inventando um monte de negócio. (A6)

Os alunos realizaram a ligação do motor com a hélice no LED, de modo que gerasse energia suficiente para acender o LED, conforme está indicado na Figura 37.



Figura 37 - Montagem do aerogerador no LED e ligação do LDR.

Fonte: Registro fotográfico próprio.

Também programaram um LDR para identificar quando o LED for aceso, para dar o comando no jogo. A Figura 38 representa a montagem da placa Scratch que auxiliou o grupo.

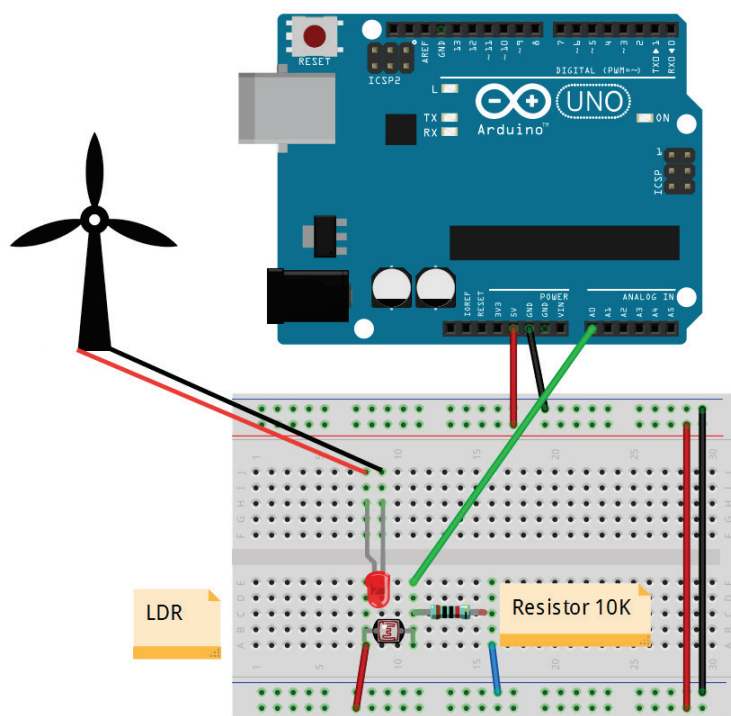


Figura 38 - Montagem do aerogerador, LED e LDR.

Fonte: Autoria própria.

A programação do grupo envolveu a modificação do traje de uma barra de energia que era carregada com a leitura do LDR no momento que o LED era aceso (Figura 39). Quando o aerogerador acendia o LED, o LDR detectava e enviava a mensagem “barra de energia” para ela carregar, nesse momento, ela mudava para a próxima fantasia, até chegar ao seu último traje, mostrando estar carregada completamente, enviando, assim, o comando necessário (detalhe da programação na Figura 40).

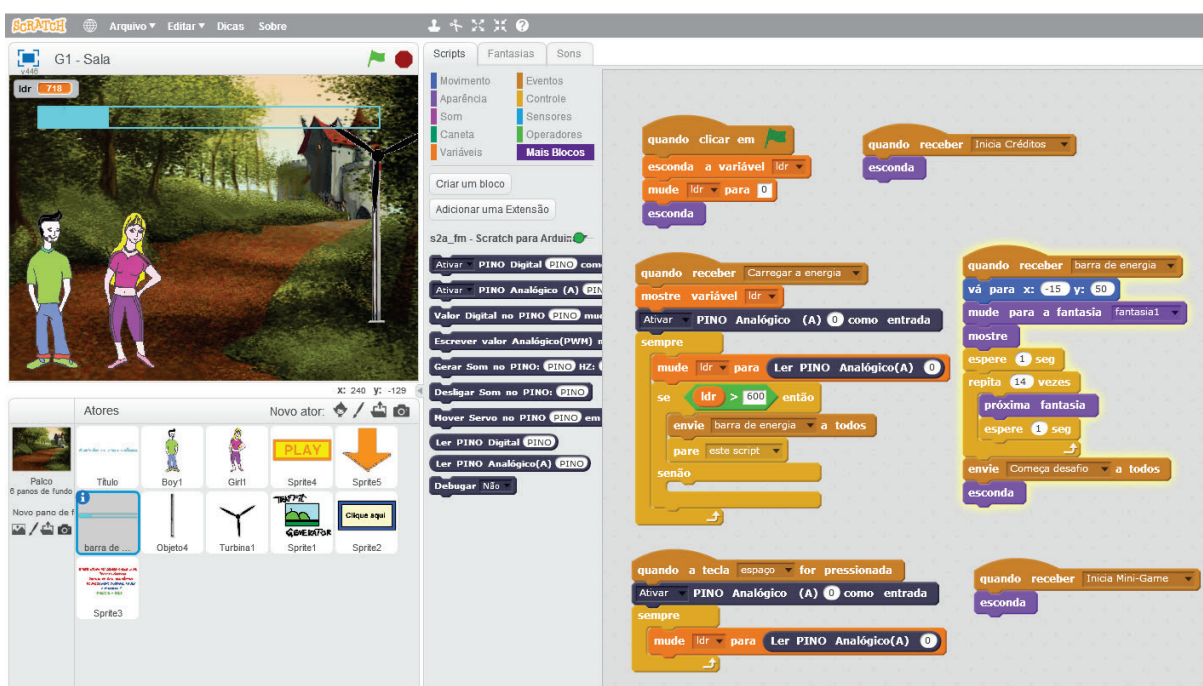


Figura 39 - Programação da barra de energia.

Fonte: Autoria dos alunos do grupo 1.



Figura 40 - Detalhe da programação da barra de energia para envio do comando de continuidade do jogo.

Fonte: Autoria dos alunos do grupo 1.

A empolgação do registro do aluno A13 demonstra a relevância da construção do jogo para o grupo, reafirmando a aprendizagem por meio das parcerias, pelas quais a equipe construiu, realizou o trabalho e desenvolveu a aprendizagem juntos no decorrer da proposta construcionista. Conforme afirma Burd (1999, p. 72), na “educação construcionista, o educador não ensina; ele constrói micromundos, ou ambientes propícios para o aprendizado”.

Eu achei incrível toda essa tecnologia, eu pude jogar, conhecer coisas novas, construir, programar e testar. Nós construímos a parte da sala da nossa casa, construímos várias coisas e o mais legal do nosso trabalho é o nosso gerador portátil que gera energia com o vento, assim como o aerogerador real, e uma das partes mais difíceis foi tentar ligar o Led, o nosso sopro não conseguiu girar a hélice, mas, a professora trouxe o secador e conseguimos ligar, e programamos tanto quase não acredito que nós quase não erramos nada, fizemos também vários testes e todos foram concluídos, esse jogo foi um sucesso. (A13)

Após a conclusão do jogo, em conversa com o grupo, os alunos registraram os avanços obtidos, demonstrando que desenvolveram aprendizagens relacionadas às Ciências, tecnologia e relações interpessoais.

Nós aprendemos muitas coisas ao decorrer deste tema. Nós aprendemos a programar, nós aprendemos que temos que trabalhar em equipe, para dar tudo certo. Nós aprendemos a mexer com energia eólica, que ela funciona com o vento. Nós aprendemos mais sobre os nossos amigos e tudo isso valeu a pena para mostrar para as outras turmas tudo que aprendemos aqui. (A13)
Foi muito legal e além de aprender um monte de coisas sobre energia, aprendemos a fazer jogos aprendemos mais sobre programações. (A20)
Sobre qual energia vocês aprenderam mais? (Professora-pesquisadora)
Solar e eólica. (A6)
Aprendemos que existem várias formas de energia: solar, eólica, com a água, com capim elefante. (A13)

A afirmação que aprenderam a criar jogos e a programar traz o sentimento de domínio sobre o computador. Dessa forma, estabeleceram um “contato íntimo com algumas das ideias mais profundas da Ciência, da Matemática e da arte de construir modelos intelectuais” (PAPERT, 1985, p. 17-18).

Grupo 2: Cozinha da casa

O grupo dois ficou responsável pela cozinha da casa. Optaram por trabalhar com fogão ecológico para aquecimento térmico e desafios que envolviam

economia de energia. Montaram a cozinha utilizando embalagens de produtos, conforme é possível visualizar na Figura 41.



Figura 41 - Montagem física do grupo 2: cozinha.

Fonte: Autoria dos alunos do grupo 2.

O primeiro desafio proposto pelo grupo 2 estava relacionado ao fogão ecológico. Quando o jogador acertava a questão, o LED que está no fogão acendia, demonstrando que o jogador havia acertado a resposta e representando o fogo acendendo. O outro desafio, que envolveu interação, estava relacionado à posição da geladeira, que deveria ficar distante do fogão para economizar energia. Para isso, utilizaram um sensor de efeito Hall (sensor de campo magnético unipolar) nos lugares possíveis de encaixar a geladeira e um ímã atrás da geladeira para acionar o sensor. A Figura 42 ilustra a parte externa da montagem física com as ligações no Arduino e na Protoboard.

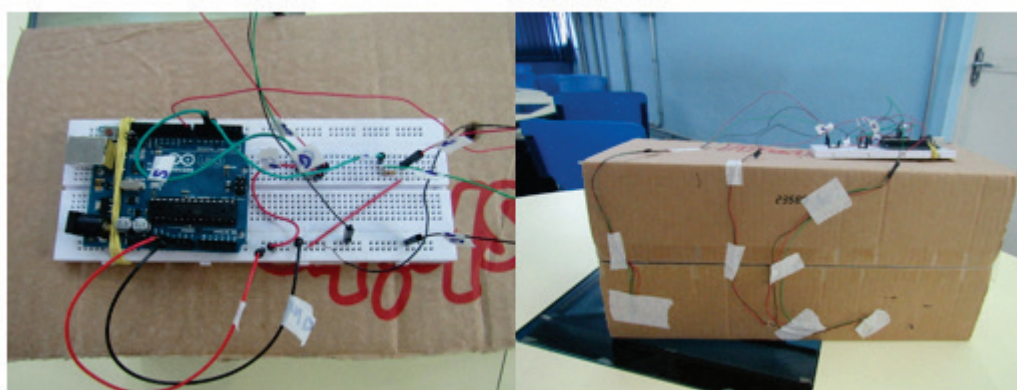


Figura 42 - Ligação do LED e Sensor de Ímã.

Fonte: Autoria dos alunos do grupo 2.

Para auxiliar na complexa montagem do sensor de Hall, os alunos utilizaram a ficha Scratch com a instrução demonstrada na Figura 43. Também utilizaram outra ficha Scratch com instruções para acender o LED que já havia sido utilizada nas aulas iniciais.

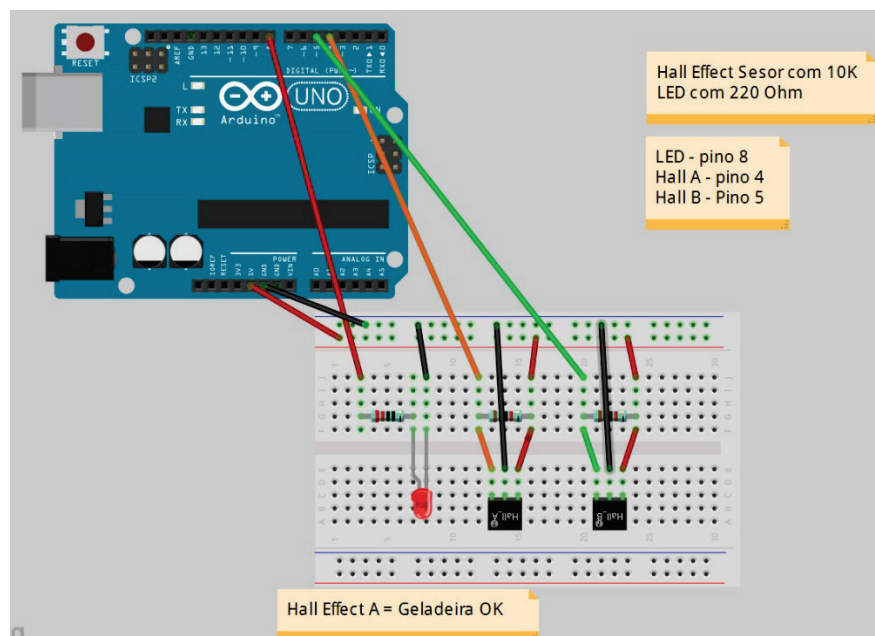


Figura 43 - Ligações do grupo 2: Sensor de imã e LED.

Fonte: Autoria própria.

A disponibilização das fichas foi avaliada pelos alunos como uma ajuda valiosa, conforme depoimento do aluno A8, principalmente pelo fato de declararem que a geladeira foi a parte mais difícil de ser realizada pelo grupo, conforme registro escrito no diário de bordo por A9:

As fichas ajudaram a gente programar muitas coisas com ela, como o imã, o led e muitas outras coisas. (A8)
Foi mais difícil programar a geladeira porque nós tivemos que colocar sensores de imã para funcionar a geladeira. (A9)

Na Figura 44 é possível verificar a programação do segundo desafio, em que o jogador deveria colocar a geladeira na posição correta da cozinha. O sensor de efeito Hall, por meio do imã, identifica se o jogador colocou no local correto ou errado.

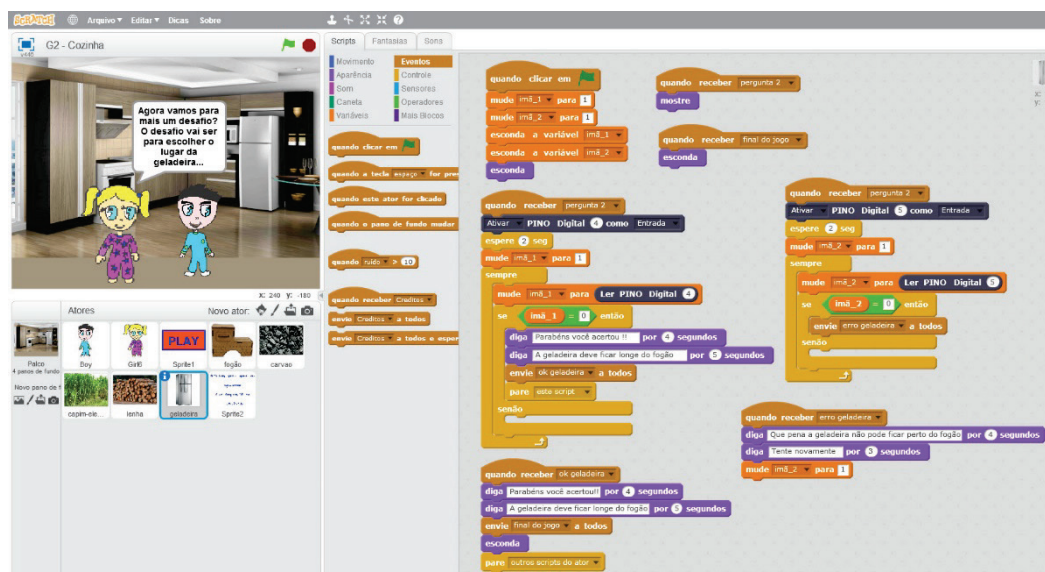


Figura 44 - Programação do desafio da geladeira criado pelo grupo 2.

Fonte: Autoria dos alunos do grupo 2.

No desafio do fogão, o jogador deveria clicar na imagem correta para responder o desafio (Figura 45). Dessa forma, programaram para o LED acender quando o jogador clicasse na imagem que continha a resposta correta, conforme demonstrado na Figura 46.

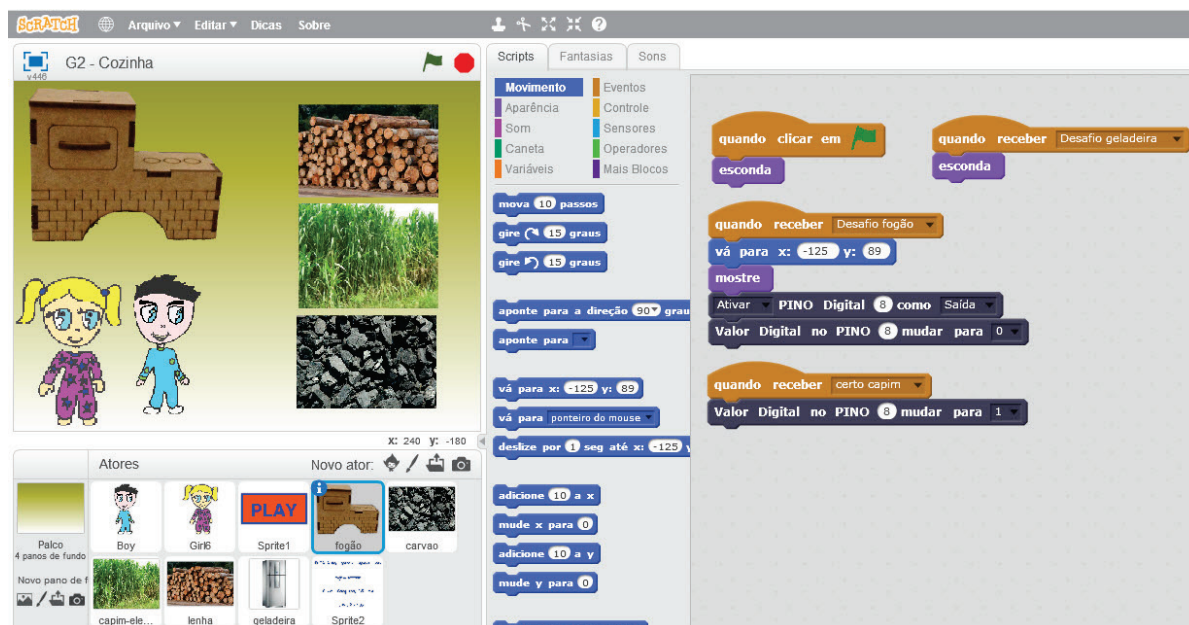


Figura 45 - Programação para o desafio do fogão.

Fonte: Autoria dos alunos do grupo 2.

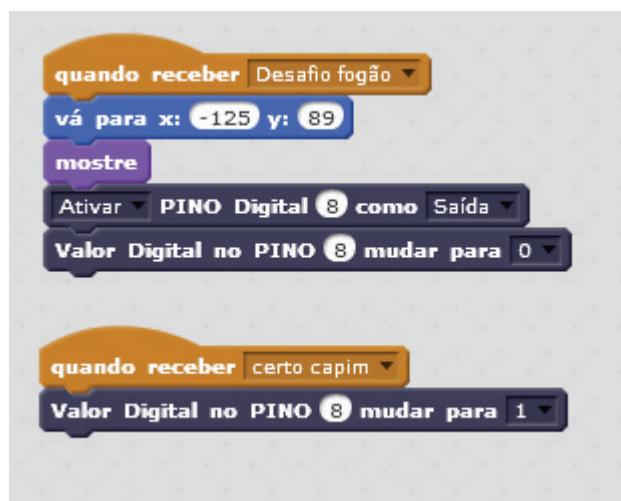


Figura 46 - Detalhe da programação para o fogão acender quando a resposta for correta.

Fonte: Autoria dos alunos do grupo 2.

Os alunos encontraram dificuldades para lidar com problema de liderança no grupo. A aluna A9 citou as vantagens de se trabalhar em grupo como forma de colaboração, mas reclamava da liderança exercida por uma das alunas:

As vantagens é que uma pessoa poderia ajudar a outra, a ruim é que uma pessoa ficou mandando em todo mundo. (A9, referindo-se a A7)
Teve uma coisa que a A9 fala que eu mando em todo grupo mas não é que eu mando só quero ajudar eles. (A7, defendendo-se)

Outra dificuldade relatada foi em relação ao problema do computador que travava. O grupo 2 perdeu algumas programações pelo fato de o computador travar e não permitir salvar. A aluna A4 relata esse problema e a sua superação, permitindo a finalização do trabalho:

Eu achei muito legal meu grupo foi legal (...) quando dava alguma coisa errada o computador desligava, o jogo travava eu achava que não iria dar certo (...) Ai depois no meio do jogo fui vendo que tudo estava ficando legal que o jogo estava saindo aos poucos que tudo tem seu tempo primeiro fizemos a cozinha em uma caixa e depois o jogo da cozinha no Scratch e foi saindo o jogo. E agora o jogo está pronto. (A4)

Os alunos também relataram nos diários de bordo as suas aprendizagens relacionadas aos conteúdos de ciências, interação com as tecnologias e relações interpessoais:

Aprendi sobre energia: solar, sinética, das baterias e etc. Mas também aprendi como mexer no Scratch colocar fios e outras coisas no arduino, aprendi o que era arduino os fios pretos, vermelhos, brancos, amarelos eram não sabia muito sobre tecnologia por isso aprendi várias coisas como: funções de energias (cada uma) e também aprendi a trabalhar em grupo. (A7) Tinham bastante coisas que eu não sabia. Acho que se eu não tivesse feito esse trabalho eu não teria aprendido tantas coisas. Como sobre o fogão, que não pode ficar perto da geladeira, eu não sabia. Chegando em casa eu perguntei pra minha mãe e ela falou que era verdade. (A4)

Grupo 3: Salão de festa da casa

O grupo três, responsável pelo salão de festa, planejou uma “balada sustentável”. Criaram uma festa no salão da casa com um piso sustentável que gera energia a partir do movimento das pessoas (energia cinética) para sustentar a iluminação da festa. O aluno A12 registrou em seu diário de bordo a escolha do tema do jogo, no qual a pesquisa e o trabalho em grupo favoreceram o “estímulo à capacidade criadora” (FREIRE, 2009), conforme podemos observar na escrita do aluno A11:

Nós escolhemos o piso que foi o Eco Piso então vimos que ele é capaz de sustentar 50 celulares ao mesmo tempo, pegamos as informações dele e programamos um texto de explicação e bolamos umas perguntas onde foi fabricado, porque empresa foi fabricado (...) nós fizemos um piso, o nosso jogo dá para jogar pelo computador ou pelo piso que fizemos. (A11)

Sobre a divisão do trabalho em grupo, A11 registrou:

Bom, antes de começar a programação nós vimos um texto sobre os tipos de piso que tinham disponíveis eu se interessei pelo o Eco Piso, um piso sustentável que foi criado na Holanda e já utilizado no monumento Cristo Redentor eu avisei ao grupo e ele concordou aí eu e a A15 cuidamos das perguntas e a A21 e a A14 cuidou da programação e assim terminamos. (A11)

No início do jogo, os personagens explicam as vantagens do piso sustentável (Figura 47), dentre outras informações referentes. Em seguida, os personagens realizam questionamentos relacionados ao tema. Quando o jogador acerta, “ganha” o direito de dançar no Piso Sustentável.

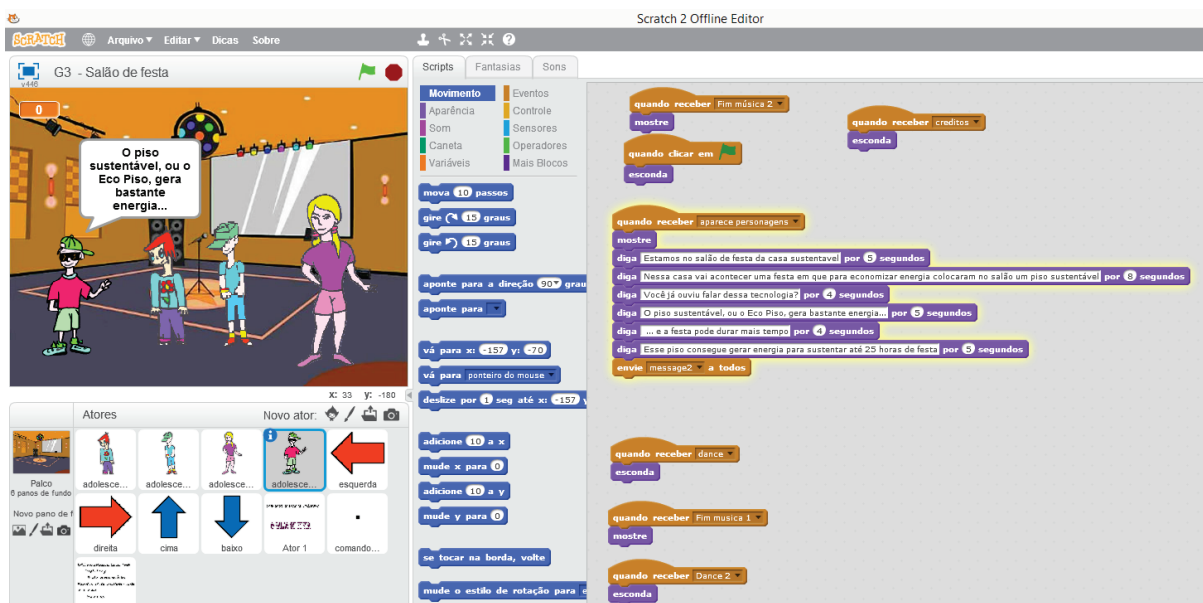


Figura 47 - Explicação sobre o Eco Piso programada pelo grupo 3.

Fonte: Autoria dos alunos do grupo 3.

Para colocar a ideia em prática, precisaram montar o cômodo da casa e o piso sustentável que interagiria com o jogo. No cômodo do salão, incluíram uma luminária que acende e gira no momento da dança. Essa luminária foi confeccionada com copo de isopor, LEDs coloridos e um servo motor para girar, conforme pode ser visualizado na Figura 48.



Figura 48 - Montagem do cômodo do grupo 3: salão de dança.

Fonte: Autoria dos alunos do grupo 3.

A ligação do LED no copo de isopor precisou ser soldada. Os alunos tentaram ligar utilizando somente fita isolante, porém, muitos desconectavam e

paravam de funcionar. Para resolver, soldamos o LED seguindo a lógica de contato criada pelos alunos (Figura 49).

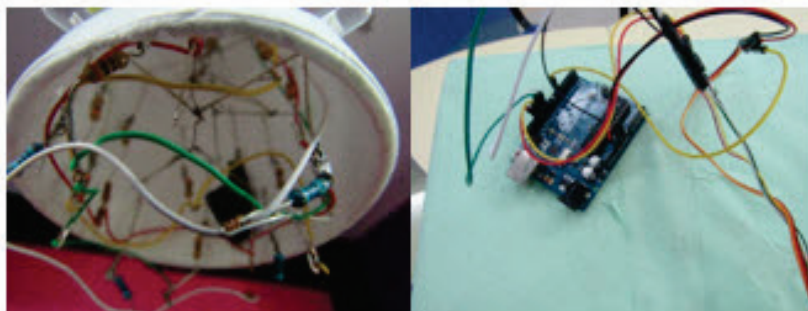


Figura 49 - Ligação dos LEDs e servomotor da luminária.

Fonte: Autoria dos alunos do grupo 3.

O modelo de ligação dos diferentes LEDs e servomotor foi entregue aos estudantes para orientá-los (Figura 50).

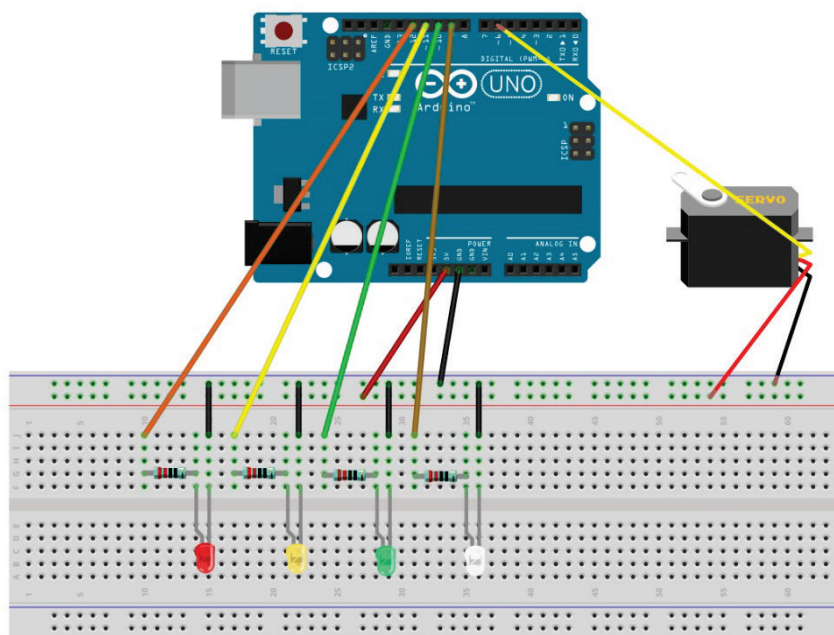


Figura 50 - Exemplo de ligação de LEDs e servomotor para projeto do grupo 3.

Fonte: Autoria própria.

A programação do servo motor e dos LEDs foram realizadas pelo grupo conforme demonstrado na Figura 51:

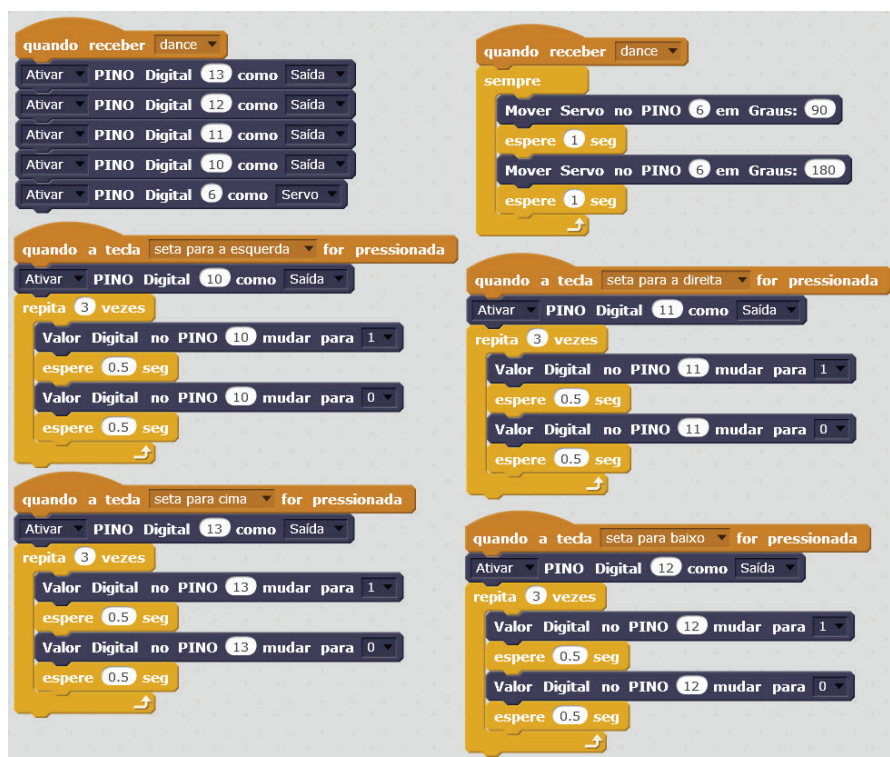


Figura 51 - Programação dos LEDs e servomotor.

Fonte: Autoria dos alunos do grupo 3.

O Makey Makey foi a placa escolhida pelo grupo para simular o piso sustentável. Utilizaram papel-alumínio para dar o contato entre os polos positivos e negativos da placa Makey Makey (Figura 52).



Figura 52 - Ligação do Makey Makey no Piso Sustentável.

Fonte: Registro fotográfico próprio.

Para programar o jogo da dança com o piso sustentável, os estudantes pesquisaram no Scratch modelo de jogos “Dance Dance Revolution” para remixar. Observando alguns modelos e fazendo os devidos ajustes, conseguiram os comandos corretos (Figura 53).

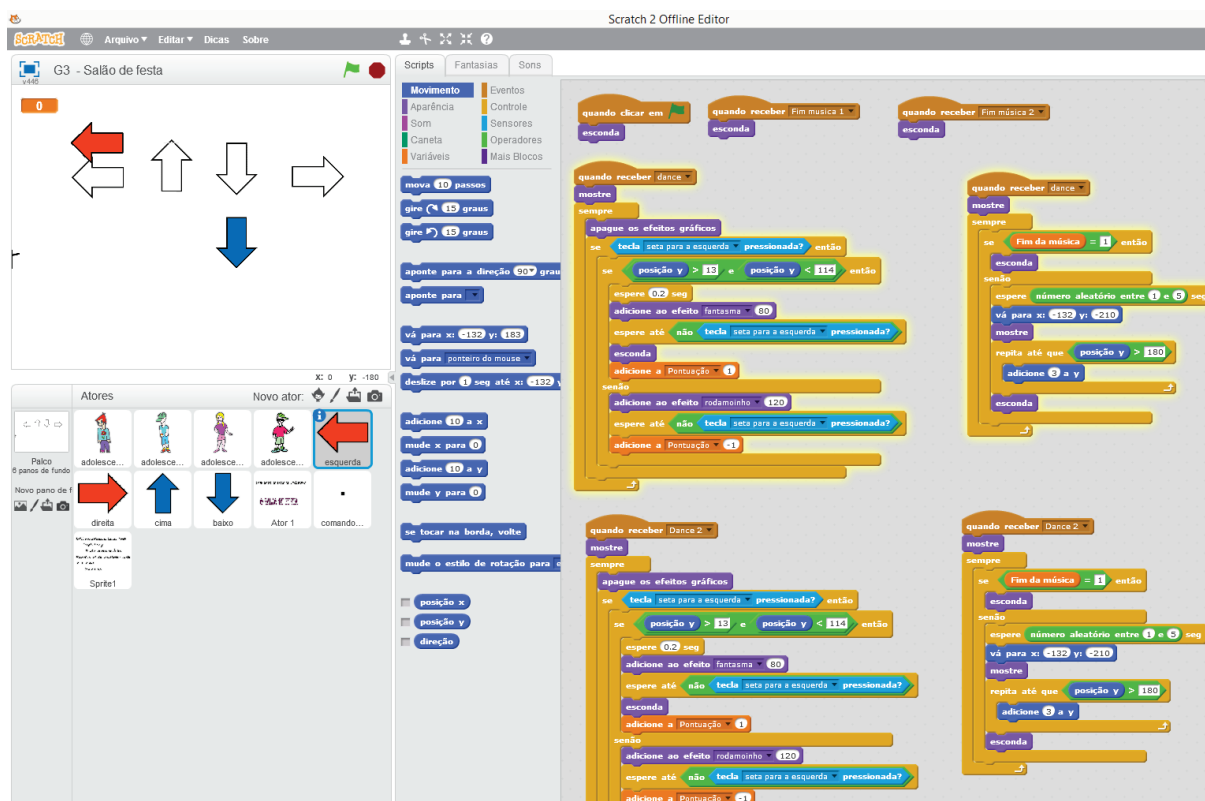


Figura 53 - Programação do jogo remixado pelo grupo 3.

Fonte: Autoria dos alunos do grupo 3.

De acordo com a discussão defendida por Burd (1999), relacionada à organização de um ambiente motivador e acolhedor, também percebemos pelos registros escritos, realizados ao final do jogo pelos integrantes do grupo, que propiciamos um ambiente acolhedor e motivante, com ricos materiais, favorecendo a discussão e a descoberta, além de respeitar as características específicas de cada um:

(...) acho que meu grupo fez um jogo bacana. Esse projeto foi muito divertido e aprendi bastante porque eu só conhecia a energia elétrica, eu conheci mais tipos de energia como: eólica, mecânica, solar. (A12)

Eu achei muito interessante e legal programar o nosso jogo programado com o Scratch, pois no começo do nosso trabalho eu achei que ia ser chato ou eu ia passar muitas dificuldades, e eu achava que o nosso jogo não seria muito legal ou interessante, mas quando eu estava no meio do trabalho eu vi que seria divertido, e que valeu a pena, eu e meu grupo passar dificuldades e também tivemos muito trabalho, porque foram quatro meses criando o nosso jogo no Scratch, eu e o meu grupo achamos: interessante, legal e muito divertido criar o nosso próprio jogo no Scratch. (A15)

Eu aprendi muito mais sobre o Scratch primeiramente eu não sabia que tinha outra versão, e essa versão é muito melhor que a versão anterior. Bom acho que não sabia que com Scratch era possível criar um jogo da forma que meu grupo fez, quando fizemos o piso nós conseguimos jogar como se você tivesse clicando na tela do computador. (A11)

Pelos registros orais, também recolhemos informações relevantes acerca da aprendizagem dos alunos:

O projeto foi muito legal, eu aprendi bastante sobre energia, eu só sabia sobre energia elétrica e tive oportunidade para aprender mais sobre energia eólica, energia solar, energia mecânica e como nós utilizamos todas elas. Vimos informações sobre o Eco Piso que foi o piso que nós escolhemos para fazer o nosso cômodo, montamos a caixa de papelão, ficou muito bonita. (A11)
Eu aprendi sobre energia cinética e tudo mais que A11 falou. (A21)
A gente pode aprender bastante sobre energias. A gente não sabia que algumas energias transformavam a energia do movimento das pessoas em energia elétrica. (A11)

Grupo 4: Quarto da casa

O grupo quatro, responsável pelo quarto da casa, fez a montagem do cômodo na caixa de papelão (Figura 54).



Figura 54 - Montagem física do grupo 4: quarto.

Fonte: Autoria dos alunos do grupo 4.

O jogo iniciava virtualmente com o personagem no quarto escuro e o jogador era desafiado a acender o LED pela placa fotovoltaica na maquete para que o quarto do jogo virtual acendesse também (Figura 55).

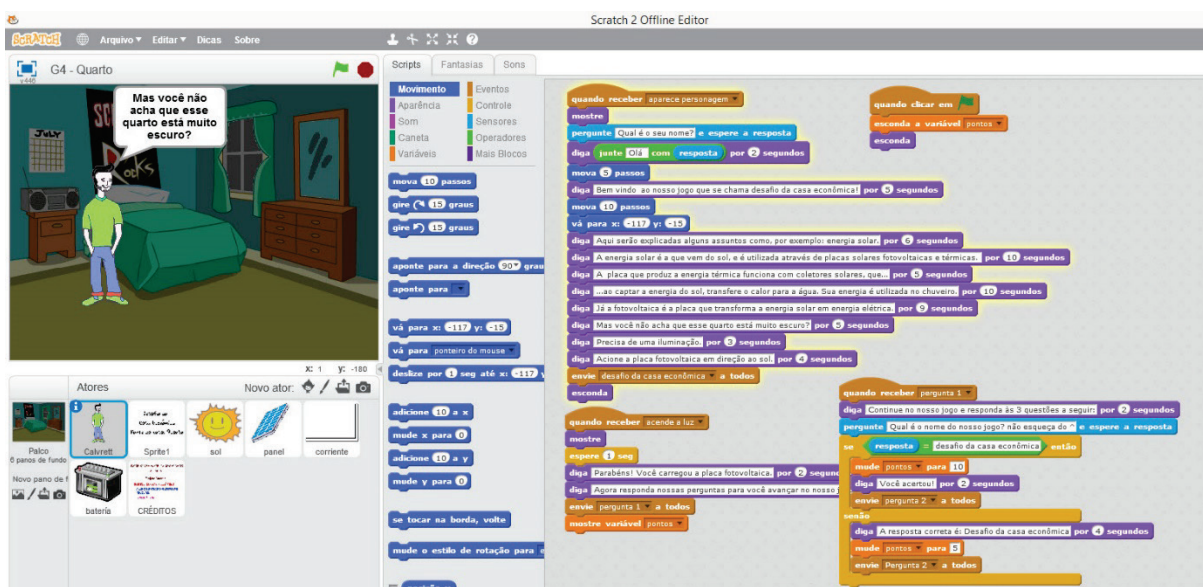


Figura 55 - Instruções do personagem para acender a luz do quarto no desafio de energia solar do grupo 4.

Fonte: Autoria dos alunos.

A energia elétrica do quarto era obtida por meio da placa fotovoltaica, cuja montagem está indicada na Figura 56.

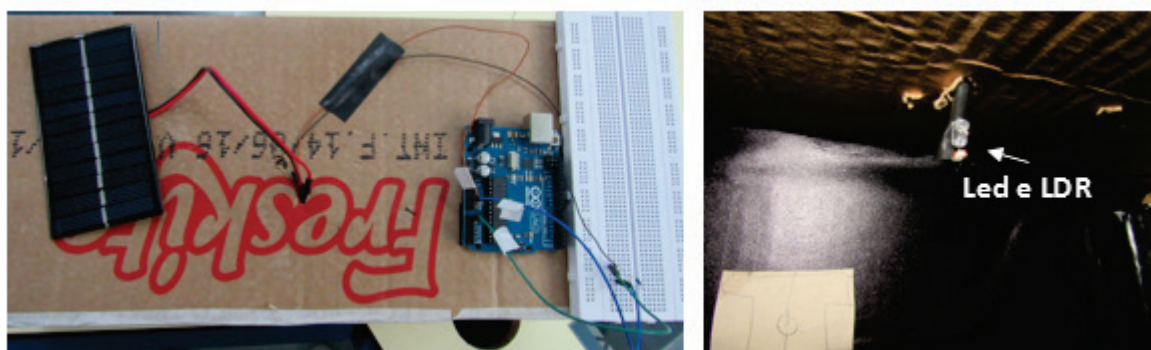


Figura 56 - Montagem da placa fotovoltaica para acender o LED e programação do LDR.

Fonte: Autoria dos alunos do grupo 4.

O grupo 4 utilizou a mesma lógica de montagem (Figura 57) do grupo 1, que trabalhou com energia eólica, conectando o LED diretamente na placa fotovoltaica e programando o LDR para registrar e enviar comandos quando o LED acender.

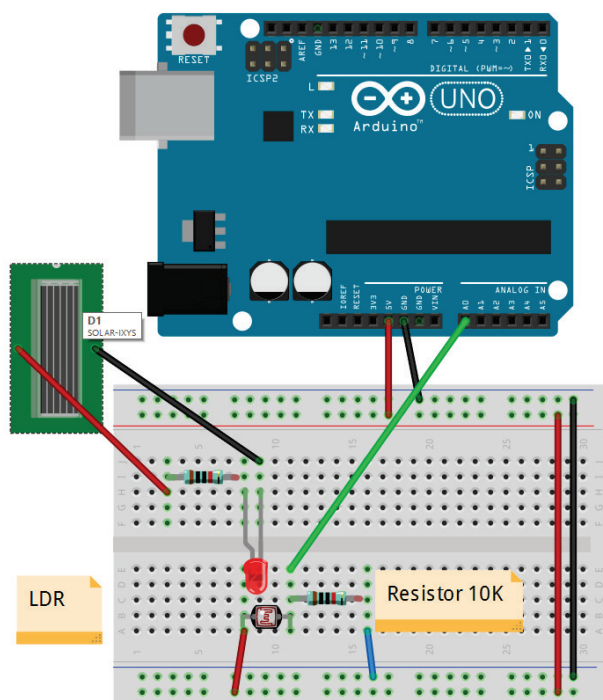


Figura 57 - Montagem do LED conectado à placa fotovoltaica e do LDR programado no Arduino.

Fonte: Autoria própria.

O grupo 4 utilizou a fotografia da casinha de madeira criada pelo grupo 6 como cenário do desafio. Enquanto o jogador acende o LED na montagem física pela placa fotovoltaica, o jogo virtual demonstra uma simulação de carregamento da energia (Figura 58).

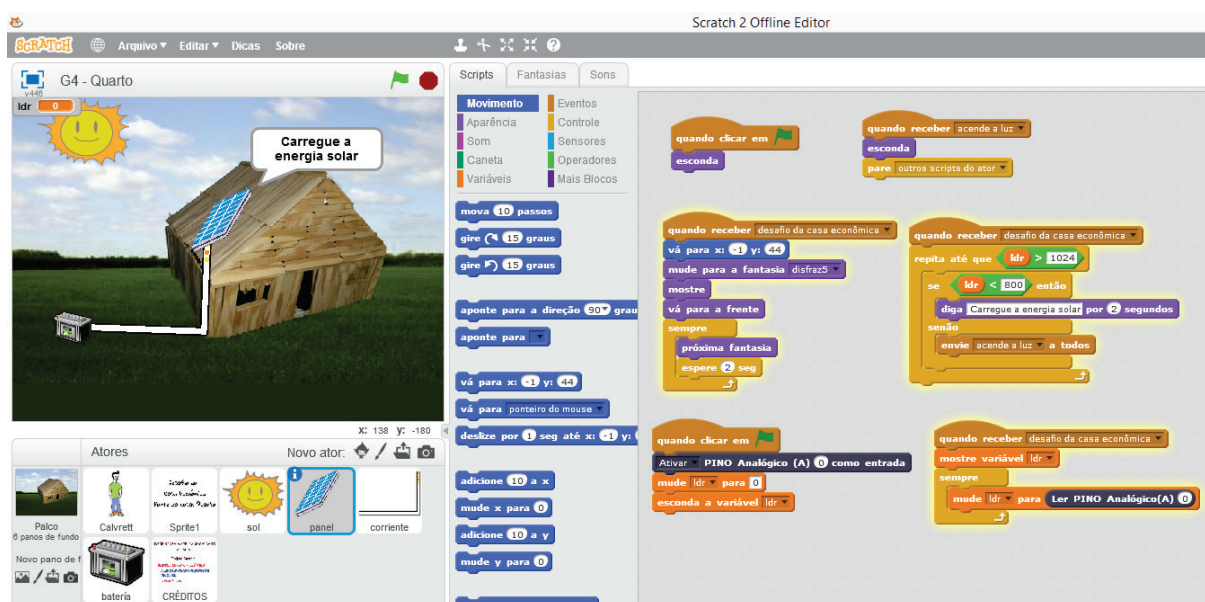


Figura 58 - Simulação do carregamento da energia simultâneo com o desafio da placa fotovoltaica.

Fonte: Autoria dos alunos do grupo 4.

Essa simulação foi remixada de um outro projeto disponível na comunidade Scratch. Conforme observou Papert (2008), mesmo tendo o problema para fazer a programação desejada, o fato de saber que outros já haviam feito foi um indício para encontrar o caminho da criação. Com essa remixagem, os alunos passaram a compreender outras formas de programar, além de o ato de remixar ter propiciado a utilização de outros conceitos, conforme Dasgupta (2016). Em depoimento oral, os alunos do grupo 4 manifestaram como facilitou criar o jogo utilizando-se da remixagem:

Nós olhamos um trabalho no Scratch que mostrava como a placa solar fotovoltaica funcionava, colocando a corrente de onde a energia solar iria direto à bateria, e assim produzia a energia elétrica. Isso fez a casinha da animação ficar iluminada à noite. Ela ajudou a gente a direcionar o sol na placa. Foi muito mais fácil.

O detalhe da programação realizada pelo grupo para acender a luz do quarto está disponibilizado na Figura 59.

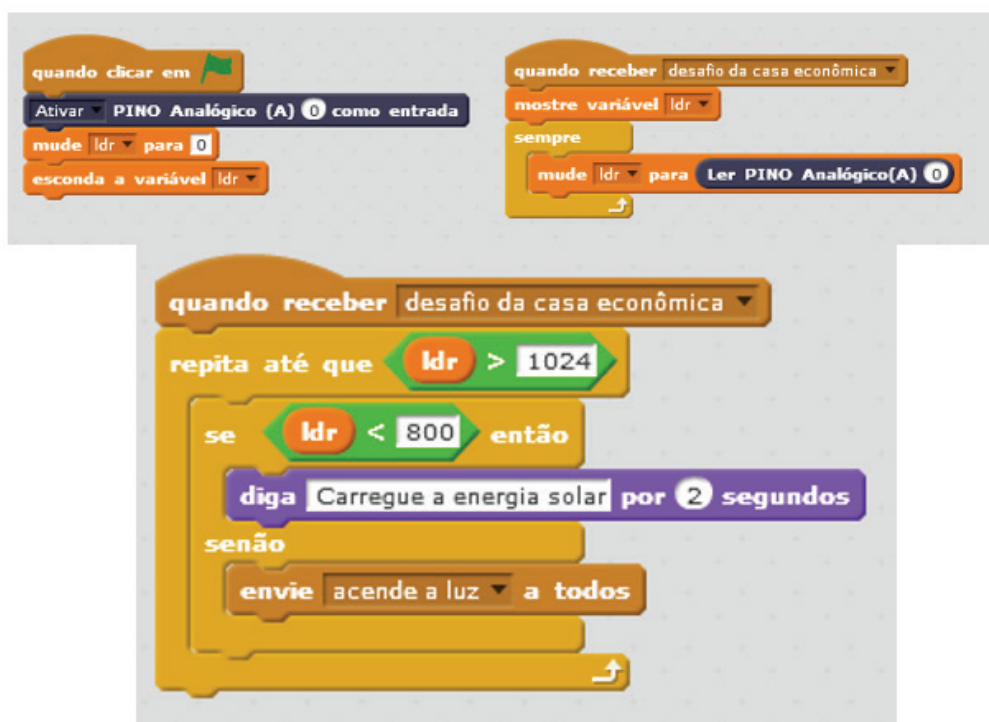


Figura 59 - Programação do grupo 4 para acender a luz do quarto.

Fonte: Autoria dos alunos do grupo 4.

O aluno A5 registrou, ao final do jogo, as diferentes aprendizagens que envolveram o projeto de construção do jogo:

Eu não sabia que existia mais de uma energia eu não sabia programar nada mas ai descobri que Basta ter paciência e consenração. (A5)

Grupo 5: Garagem da casa

O grupo cinco, responsável pela garagem, escolheu o carro elétrico movido a energia solar fotovoltaica. Os integrantes do grupo criaram uma narrativa para explicar os benefícios e as desvantagens de utilizar carros elétricos (Figura 60).

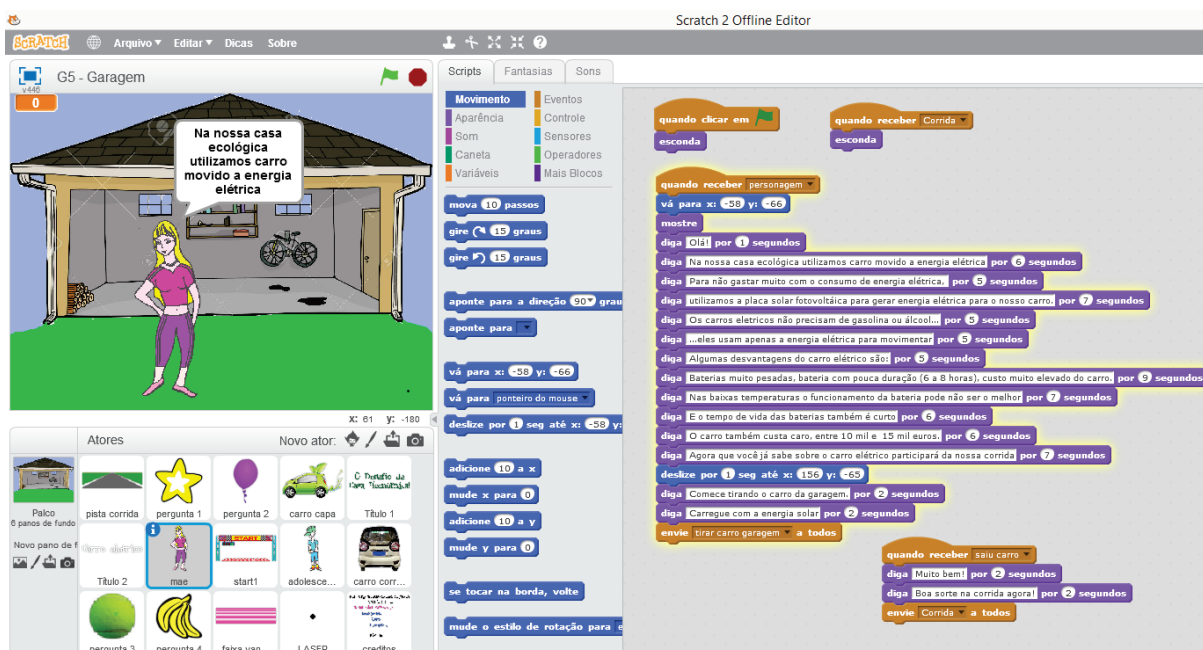


Figura 60 - Explicação das vantagens e desvantagens do carro elétrico.

Fonte: Autoria dos alunos do grupo 5.

Em seguida, programaram uma corrida de carros com desafios sobre o tema (Figura 61), para isso, pesquisaram na comunidade Scratch exemplos de corridas para ser remixado.



Figura 61 - Início da corrida com desafios sobre o carro elétrico.

Fonte: Autoria dos alunos do grupo 5.

A aluna A5, que estava elaborando a programação, relatou como a remixagem auxiliou na criação do jogo:

A professora colocou em um site que tinha um jogo igual ao meu de corrida e todos aqueles jogos era do 5º do ano passado que eles fizeram e ai comecei a copiar um pouco para eu conseguir entender um pouco. (...) eu estava com um pouco de dúvida para conseguir fazer o meu sozinha então eu fiquei bem feliz de conseguir. (A2)

Para iniciar a corrida, o jogador necessita tirar o carro da garagem da montagem física (Figura 62), acionando a energia solar com a lanterna. Quando o carro sair, o laser, que está na porta da garagem e na mesma linha do LDR, será cortado e o LDR detectará a ausência de luz, acionando a corrida. A montagem e programação do laser e LDR na placa Arduino (Figura 63) foi realizada pelos alunos seguindo o modelo da Ficha Scratch.

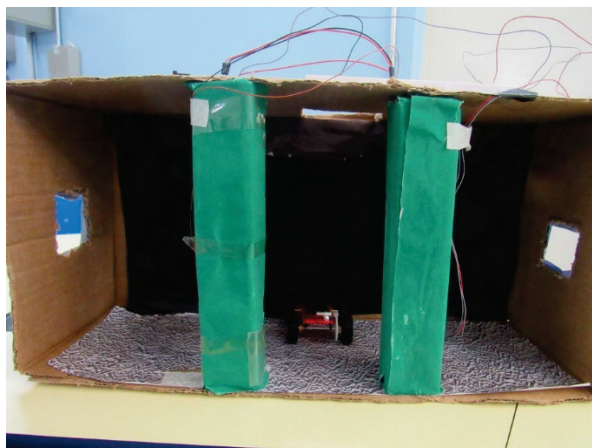


Figura 62 - Montagem física do grupo 5: garagem.

Fonte: Registro fotográfico próprio.

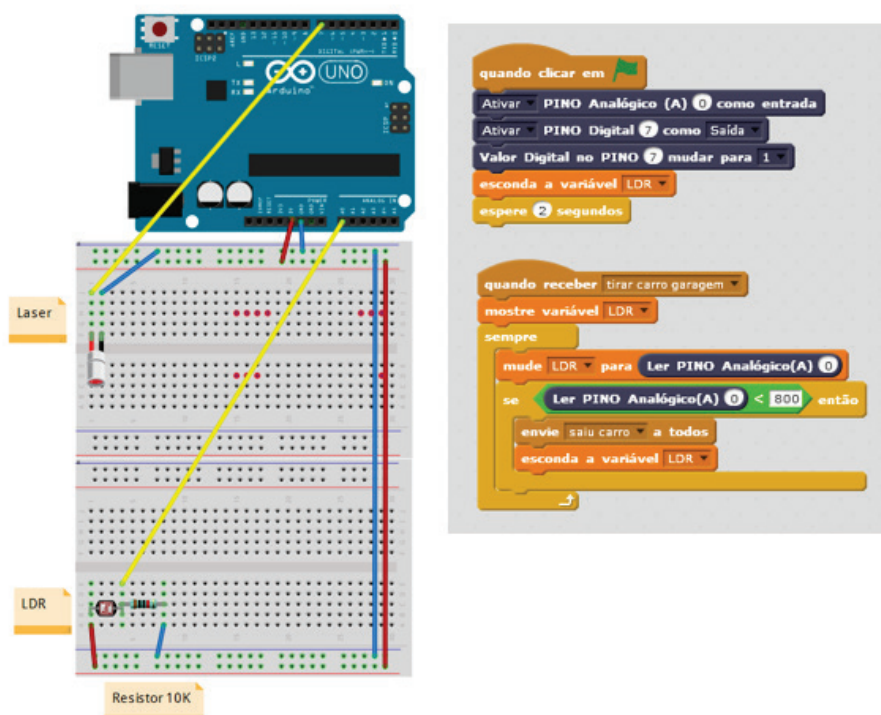


Figura 63 - Montagem do laser e LDR na Protoboard, ligação na placa Arduino e programação no Scratch 2.0.

Fonte: Autoria própria.

Quando os objetos com os desafios apareciam na pista, o jogador precisava encostar o carro nesses objetos e responder à questão corretamente para ganhar pontos e prosseguir no jogo (Figura 64).

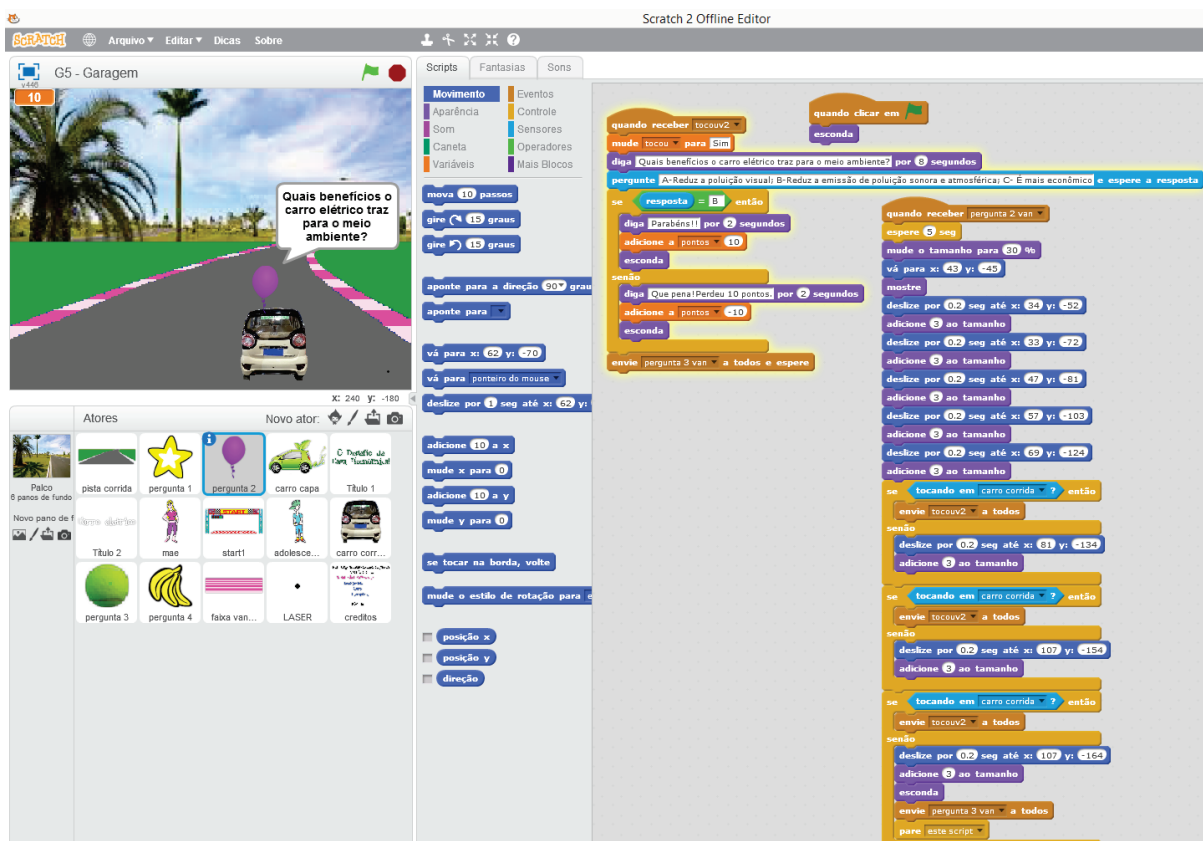


Figura 64 - Desafio 2 proposto pelo grupo 5 sobre os benefícios do carro elétrico.

Fonte: Autoria dos alunos do grupo 5.

A aluna A2 relatou o trabalho e a dificuldade para programar os 4 desafios:

Pra mim foi mais difícil programar as perguntas porque tinha muita coisa para programar vários comandos para os objetos andarem falarem as perguntas e é muito difícil precisei de muita paciência para colocar vários comandos em 4 perguntas e desafios. (A2)

Na divisão das tarefas, o aluno A3 identificou-se mais com a montagem física e conexões da placa. Ele relatou sua aprendizagem na montagem do jogo, tanto em relação à parte estética quanto às relacionadas à tecnologia, demonstrando as diferentes habilidades necessárias para a conclusão do trabalho:

Apreendi a mexer em fios usar o arduino e o makey makey e ao mesmo tempo aprendi a encapar pedaços de papelão e caixas de pasta de dente. (A3)

Em relato oral, o aluno A3 acrescentou suas aprendizagens relacionadas ao conteúdo do jogo, evidenciando o que Paula (2015) diz sobre a proposta de construção de jogos carregar características construcionistas pelo fato de a criação do artefato propiciar a experiência de aprendizagem:

Esse jogo foi muito legal de fazer porque eu aprendi várias coisas como conectar fio, fazer programações em texto, programar o computador. Com isso a gente fez um projeto, com papelão e uma caixa. A gente fez um carrinho, colocamos duas colunas no meio e um LDR que servia para iniciar o jogo. (A3)

E o que você aprendeu? Sobre energia? (Professora-pesquisadora)

A gente aprendeu sobre energia solar. Dá para conseguir fazer energia solar com a placa fotovoltaica. (A3)

O aluno A12 manifestou também a colaboração do grupo como fundamental para a conclusão do trabalho:

A gente aprendeu bastante coisa, aprendemos sobre várias energias, energia solar, energia eólica e energia elétrica principalmente. A gente praticamente não tinha noção que a gente conseguia fazer esse jogo, mas trabalhando em equipe a gente fez bastante coisa legal, bastante coisa bacana, e principalmente nós trabalhamos em grupo. (A12)

Grupo 6: Parte externa da casa: Labirinto

O grupo 6, após trocas constantes da narrativa do jogo, optou por fazer um labirinto com desafios sobre energia solar. Os estudantes programaram os personagens para começar a falar com o jogador, instruindo-o a andar no labirinto movendo o personagem com as setas do teclado. No trajeto aparecem alguns objetos, e quando o personagem encosta no objeto é feita uma pergunta com o desafio proposto (Figura 65).

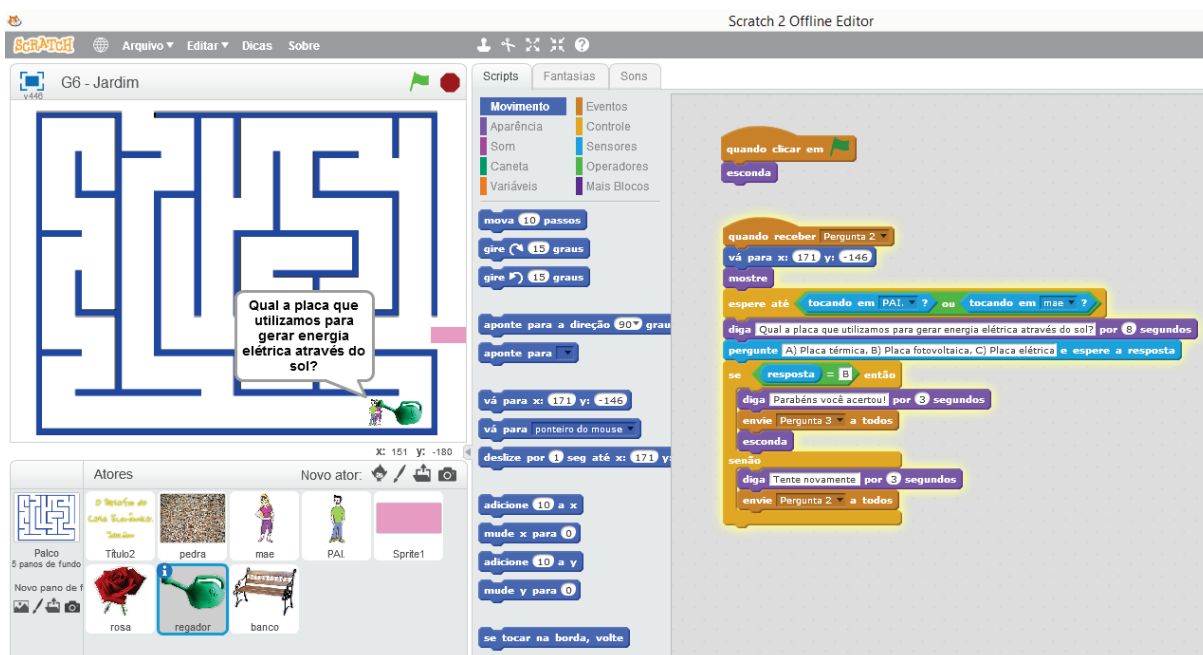


Figura 65 - Labirinto com desafios sobre energia solar.

Fonte: Autoria dos alunos do grupo 6.

Para o personagem não ultrapassar as paredes do labirinto, utilizaram o comando do sensor de cor (Figura 66) que estava exemplificado na ficha Scratch para a criação de labirintos.

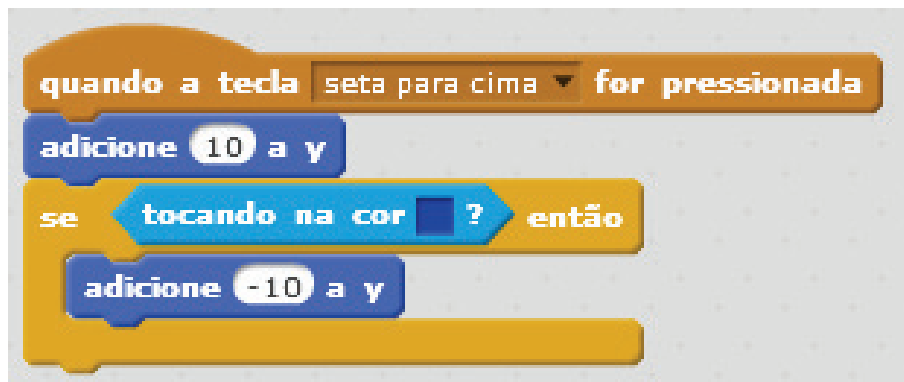


Figura 66 - Programação para o personagem não ultrapassar as paredes do labirinto.

Fonte: Autoria dos alunos do grupo 6.

A aluna A16 comentou a importância de ter a ficha disponível:

Essas fichas ajudou muito o nosso grupo, por que ela tinha uma programação basicamente um exemplo para nos montarmos e nós pensávamos para fazer essa programação, sem essas fichas nós não conseguiríamos terminar.
(A16)

Esse relato da aluna A16 demonstra como as fichas favoreceram a autonomia dos grupos, assim podemos dizer que os estudantes “pescaram” por si mesmos o conhecimento específico de que precisavam pois possuíam bons instrumentos e propostas ricas de atividades (PAPERT, 2008).

Para programar as perguntas, utilizaram os comandos dos sensores “pergunta e resposta”, conforme a programação da Figura 67 relacionada à questão 2 do desafio.



Figura 67 - Programação dos desafios do grupo 6.

Fonte: Autoria dos alunos do grupo 6.

Para a proposta física, criaram uma casa de madeira inserindo interruptores e placa fotovoltaica para acender o LED (Figura 68).



Figura 68 - Montagem física do grupo 6: jardim.

Fonte: Registro fotográfico próprio.

Fizeram a instalação da placa fotovoltaica no teto da casa e passaram a fiação pela casa ligando os polos negativo e positivo do LED nos fios da placa fotovoltaica (Figura 69).



Figura 69 - Instalação da placa fotovoltaica na casa.

Fonte: Registro fotográfico próprio.

Resultou em um lindo trabalho artístico que foi elogiado pelos colegas. O responsável pela confecção da casa foi o aluno A17, que constantemente entrava em conflito com os companheiros de grupo, mas quando se envolvia nos trabalhos manuais dedicava-se muito e conseguia reunir alguns colegas para colaborar com seu trabalho. Em seu depoimento, A17 relatou o trabalho que teve para produzir a casa:

Meu Deus, foi muito difícil. Eu usei cola quente, usei palito de sorvete. Tinha que colar, soprar esperar secar pedaço por pedaço aí eu acabei. Chegando aqui eu falei com a professora e nós fizemos a placa fotovoltaica, programamos na placa Arduino. E quando batia alguma luz na placa acendia o LED. (A17)

A casa de madeira com energia solar não tinha nenhuma interação com a programação virtual. Foi o único grupo que não conseguiu realizar essa integração, devido ao fato de ter mudado a narrativa algumas vezes, atrasando o início do trabalho, além de ter tido problemas com o computador que desligava constantemente. Precisamos trocar de computador para finalizar o trabalho. Outra dificuldade relatada pelos integrantes do grupo foi o fato de em todas as aulas terem de reiniciar a programação, pois não salvavam de maneira correta as programações, conforme relata A10:

Teve algumas brigas e discordações, e as coisas que achamos que estava salva não estava.

Ao tentar descobrir o motivo dos conflitos, eles explicaram:

A aluna A10 sempre apagava algumas coisas e aí tínhamos que fazer tudo de novo. Era sempre a A10 quem apagava, (...) porque ela não sabia fazer e aí ela ficava mexendo nos negócios e acabava apagando. (...) Toda quarta ela perdia. (A16)

E depois nós fizemos o Labirinto. (A17)

A aluna A10 não estava presente nesse dia para contar sua versão.

Questionamos se eles conseguiriam programar um jogo com autonomia após criar esse jogo. Eles responderam:

Mais ou menos. (A17)

É bem difícil. (A16)

As plaquinhas Scratch ajudam? (Professora-pesquisadora)

Ajudam. (A17)

Por que vocês acham que as plaquinhas do Scratch ajudam? (Professora-pesquisadora)

Quando falta uma coisa você pega plaquinha explica pra gente, aí a gente vai lá e resolve. (A17)

Já tem uma base atrás sobre como fazer, aí fica mais fácil. (A16)

Questionados sobre se o trabalho em grupo facilitou o desenvolvimento do trabalho, A17 alegou novamente o conflito que tiveram na hora de programar:

Não muito. Porque alguns ficaram bagunçando e conversando e quando um fazia o trabalho o outro não gostava e apagava tudo. A vantagem foi que um programava e o outro montava a casa. O ruim é que alguns atrapalhavam e apagava o jogo todo. (A17)

Apesar das dificuldades, o grupo reconheceu que houve muitas aprendizagens com o projeto:

Eu aprendi mais sobre a fotovoltáica, sobre algumas energias, térmica, solar, luminosa, química... Também aprendi sobre LED, LDR, fios de cobre, bateria. (A16)

Estudamos sobre energia química, energia solar, capim elefante, energia eólica. (A18)

Outro ponto positivo que apontaram foi a divisão de tarefas no trabalho em grupo, que propiciou a conclusão do trabalho, conforme relata o aluno A10:

A16: Ajudou a programar e deu ideias ótimas.

A18: Ajudou a conectar os fios e programou um pouco.

A1: Ajudou um pouco em tudo.

Eu (A10): Ajudei na maquete, programei e dei ideias.

Etapa 6 – Socialização dos jogos

Atividade 1: Revezamento para avaliação dos jogos programados pelos outros grupos

Quando todos os grupos finalizaram os jogos, os diferentes grupos rodiziaram para conhecer e testar os jogos dos demais grupos. Em seguida, cada grupo escolheu um jogo diferente do seu para avaliar. Seguimos os critérios da avaliação Game Flow, que utilizamos para avaliar o jogo Cidade eficiente antes do planejamento do jogo.

Essa avaliação serviu para apontar alguns ajustes necessários nos jogos, os quais foram corrigidos pelos autores de cada jogo. Algumas dicas que demandavam novas configurações do jogo ou maiores mudanças ficaram como dicas para um próximo jogo.

Após todos os ajustes, a turma apresentou seus jogos para a outra turma do 5º ano da escola. Como todos os alunos desejaram jogar os 6 jogos, precisamos de dois momentos (1 aula de 1h e outra de 1h30 em 2 dias diferentes) para que todos jogassem todos os jogos. O retorno dos outros alunos sobre os jogos foi muito positivo.

Propusemos uma conversa com cada grupo para discutirmos sobre a avaliação de cada jogo. Foi um momento produtivo e de muitas reflexões.

O grupo 6 jogou e avaliou o jogo do grupo 1. Na avaliação do jogo, apareceu forte a questão das instruções no início do jogo. Os alunos justificaram:

Ficou muito pouco tempo para o jogador conseguir ler todas as instruções, tínhamos que arrumar isso aí. (A6)

Mas alguma coisa nós esquecemos de colocar no início do jogo alguma instrução sobre o que acontecer, se ia ter perguntas, que era para prestar atenção na explicação, se não prestasse atenção não ia conseguir responder as perguntas. (A13)

É, talvez foi isso que faltou, alguma instrução essencial. (Professora-pesquisadora)

É porque demorou muito a explicação, é muita coisa e aí a pessoa ia cansar de ler, e parar de prestar atenção aí ia chegar às perguntas e ela não saberia responder. (A13)

Faltou explicar que se errasse teria a segunda vida, segunda chance para responder, porque se não ficaria muito difícil. (A20)

Entendi. (Professora-pesquisadora)

Na questão: "Desde o início você entendeu que era pra ser feito no jogo?" O grupo respondeu "um pouco", então acho que é o que faltou no jogo de vocês, logo no início avisar o que ia acontecer no jogo. (Professora-pesquisadora)

Sim. As instruções. (A13)

Outra questão avaliada pelo grupo foi a falta de pontuação e a impossibilidade de dar “Game Over” no jogo, assim, o jogador tem que tentar até acertar. Sobre essa avaliação, o aluno A6 sugeriu:

A gente poderia colocar umas 3 vidas para o jogador, aí se ele perder as 3 volta pro começo do jogo. 3 não, 6. (A6)

Sobre a possibilidade de multiusuários, A6 também sugeriu:

la ser legal porque tem o homem e tem a mulher, ia ser legal se eles pudessem jogar os dois juntos. (A6)

Sobre a possibilidade de melhorar o jogo a partir da avaliação dos colegas, o aluno A13 relatou muitas ideias e uma grande exigência:

Precisamos melhorar na pontuação, no tempo do jogo, na narrativa, nas perguntas com mais chances de jogar e na premiação final. (A13)

O jogo criado pelo grupo 2 foi avaliado pelo grupo 1. Apontaram que poderia ter mais instruções no início. Os autores do jogo concordaram:

A gente poderia ter falado um pouco mais sobre a geladeira, eu esqueci de explicar que a geladeira não poderia ficar perto do fogão porque se não gasta mais energia. (A4)

A gente poderia ter explicado bem mais coisas. Sobre a geladeira poderia ter explicado bem mais. (A7)

Apontaram a necessidade de ter dicas que ajudassem a acertar as respostas após o primeiro erro. O grupo apenas programou para repetir a questão, sem dar dica para auxiliar.

Sobre a dificuldade das questões, os alunos argumentaram:

Nós deixamos tudo no médio. (A4)

Porque se for muito difícil, uma pessoa que está lá fora vai ficar errando e errando, e vai cancelar o jogo. E se for muito fácil ia ser enjoado. (A7)

Para finalizar, foi apontada somente a necessidade de pontuação. O aluno A8 concordou:

Eu acho que a gente deveria colocar porque deixaria um pouco mais divertido. (A8)

O grupo 2 avaliou o jogo do grupo 3 e apontou como positiva a dificuldade crescente do jogo, pois os desafios estavam organizados do mais fácil para o mais

difícil. Apontaram a impossibilidade de ter mais de um jogador, mas isso não impediu em nada a ludicidade do jogo, pois suas configurações não permitiam multiusuários. Foi um jogo muito elogiado por todos.

Após a avaliação, questionei o grupo se eles mudariam algo em seus jogos e eles disseram:

Eu colocaria dicas e também seria legal se desse para competir entre os jogadores. (A11)

Ao perguntar se gostaram da experiência de programar um jogo de ciências, o A11 respondeu:

Sim, porque a parte teórica a gente fez na prática, o que é muito mais legal.

O jogo do grupo 4 foi avaliado pelo grupo 3. Os alunos apontaram que algumas vezes conseguiam prever o que aconteceria no jogo, porém, em alguns momentos era imprevisível, no entanto, não consideraram uma característica ruim. Durante o jogo era possível saber se estava indo bem ou mal; ao responder o desafio conseguiam saber se acertou ou errou, pois o grupo incluiu um critério de pontuação no jogo. Apontaram como regular o fato de não haver dicas para ajudar a responder o desafio.

A avaliação do jogo do grupo 5 foi feita pelo grupo 4. Na ocasião, estavam presentes apenas 2 alunos do grupo, os quais responderam as questões de forma contraditória, sendo que uma resposta contradizia a resposta da pergunta anterior.

O aluno A3 se manifestou a respeito:

Eu acho que eu sei quem fez isso aí, A19 (referindo-se ao integrante do outro grupo que havia entrado em conflito com os meninos desse grupo dias antes da avaliação).

Percebemos que a avaliação do jogo do grupo ficou comprometida por questões interpessoais. Dessa forma, fizemos uma análise do jogo com o próprio grupo, para detectarem o que poderia ser melhorado e o que poderia ser aplicado como aprendizagem.

O que vocês acham que dá para aplicar na vida real, que tem no jogo de vocês? (Professora-pesquisadora)
O carro elétrico tem as vantagens e as desvantagens. O meio ambiente, ele não polui. (A3)
Se vocês fossem melhorar esse jogo, o que seria? (Professora-pesquisadora)

A garagem. Eu acho que ficou muito feia. A gente não sabia colocar o papel, ficou sem cor. (A12)

A12, foi você que teve a ideia da corrida não foi? Quando começou a fazer você falou que poderia fazer uma corrida de carrinho, lembra? E conseguiram fazer a sua ideia funcionar. (Professora-pesquisadora)

É, nós pegamos as ideias dos jogos do Scratch de Corrida Doce, e fizemos praticamente igual, mas não o carro. (A12)

A programação vocês remixaram de uma outra corrida e colocaram os desafios de vocês. Mudaram as perguntas. E no final o jogo deu certo. Valeu a pena? (Professora-pesquisadora)

O jogo foi legal, foi bem bacana de fazer. (A3)

As outras turmas que participaram também gostaram, foi legal. (A23)

O grupo 1, que avaliou o jogo do grupo 6, colocou que se concentraram muito no jogo, pois o jogo chamou muito a atenção deles. Eles gostaram, acharam um jogo divertido, gostaram da ideia do labirinto. Elogiaram que o jogo tinha instrução no início explicando o que aconteceria, mas não dava para ter certeza do que viria pela frente, contendo elementos surpresas. Uma crítica era que durante o jogo não dava para saber se a performance estava bem ou mal pela falta de pontuação.

Após finalizada a avaliação, o grupo foi questionado sobre a necessidade de realizar alguma alteração no jogo:

Eu, pelo menos, mudaria os bonecos, os momentos de fala, colocaria umas falas melhor e também colocaria as perguntas um pouco mais difíceis. (A16)

Seria o nível de dificuldade das perguntas? (Professora-pesquisadora)

É, e colocaria também as pontuações. (A16)

Também foram indagados sobre a possibilidade de fazer alguma coisa no jogo para integrar a casa com o labirinto. A 17 respondeu:

Dar, eu acho que dava, mas perdemos muito tempo tentando arrumar o labirinto.

Para finalizar, foram questionados se era possível aplicar na vida real algum elemento do jogo deles e o aluno A13 respondeu que sim, referindo-se à possibilidade de gerar energia eólica, como em um vídeo que assistiram:

Sim, só basta ter os materiais. Lembra do manual do mundo? Que mostrou como fazer? Então, só tem que ter os materiais. (A13)

Como fechamento geral da atividade, após a avaliação de cada jogo, conversamos com os alunos para verificar que outras aprendizagens eles gostariam de ter e o que acharam da experiência de criar jogos nas aulas de ciências.

Alguns alunos relataram o que mais gostariam de aprender sobre o Scratch. Nas respostas dos alunos é possível verificar que visualizaram a possibilidade de criação de jogos profissionais (A8 e A11), como os que costumam jogar, desenvolvendo, assim, uma “consciência sistemática de como são construídos os meios digitais” (BUCKINGHAM, 2010, p. 50), ou seja, compreenderam na prática que é possível criar mídias e não apenas utilizar as mídias disponibilizadas.

O que eu mais gostaria de aprender sobre o Scratch, é quem fez esse programa, que faz jogos, quando ele foi inventado e quem o inventou, agora vamos as perguntas de programação, eu, queria saber se o jogo pode ficar em alta definição, ele pode ser transferido para qualquer outro site de mini-games, como o Friv ou Click Jogos. (A8)

Gostaria de saber se os grandes sites de jogos como Click, Friv usam o Scratch para fazer seus jogos, acho que não, também gostaria de saber se é possível fazer um jogo e publicar em seu próprio site sem ser o site do Scratch, porque seria muito legal você criar um site de jogos e criar seus jogos no Scratch. (A11)

Quando questionados sobre o trabalho em grupo, se era possível realizar o trabalho sozinho, os alunos registraram:

[...] ia ser muito, difícil eu terminar bem rapidinho o projeto sozinha não ia dar conta de fazer nada porisso eu acho que a professora montou os grupos se não ia ficar muito difícil para uma pessoa só fazer um trabalho que tem um montão de coisa para fazer, todos nós precisamos de um amigo ou amiga para ajudar a fazer um trabalho bem difícil que demorou mais de um mês para terminar e eu concordo que eu achei bem divertido trabalhar em grupo. (A2)

Uma pessoa não tem tantas ideias varias pessoas tem grandes ideias com varias pessoas você pode terminar mais rápido e também deixar o trabalho mais caprichado e bonito. (A3)

Apesar de ver as vantagens, o aluno A13 também relatou a dificuldade da integração da equipe:

Cada um ajudou fazendo suas tarefas, conectara os fios, programaram, escreveram, foi muito divertido, o ruim foi que, às vezes eles ficavam em outros grupos e não trabalhavam, ficavam com as mãos na frente do computador atrapalhando, ficavam zuando e brincando com os materiais e não me deixavam trabalhar, mas, foi bom mesmo assim, trabalho em grupo. (A13)

A aluna A10 relatou as vantagens do trabalho em grupo:

Eu aprendi, que nem sempre você pode fazer tudo sozinho, sem alguém independente quando ninguém se prontifica para te ajudar, e também que você não pode nunca mais nunca mesmo fazer as coisas sem antes consultar o grupo. Se o trabalho ou o jogo forem em grupo você tem que consultar e ver se todos concordam com você ou não. (A10)

Com essa avaliação, completamos a espiral da aprendizagem criativa proposta por Resnick (2014), tendo os alunos a oportunidade de imaginar, criar, jogar, compartilhar, refletir e imaginar novamente seu jogo.

Durante o processo de desenvolvimento da pesquisa, algumas mudanças foram necessárias ao longo do caminho. A sequência didática estendeu-se por um longo período, isso porque novas dúvidas sobre o conteúdo de energia foram surgindo ao longo do processo (energia mecânica, energia limpa e renovável, dentre outros), além de nos depararmos com algumas dificuldades, principalmente relativas ao funcionamento dos equipamentos.

A quantidade de computadores funcionando, apesar de já ser previsto, dificultou a dinâmica de pesquisa e a realização do trabalho, pois muito alunos ficaram agrupados em volta de um único computador, o que causava dispersão dos alunos que não conseguiam se aproximar da máquina. O layout das mesas do laboratório é disposto de modo que os monitores ficam embaixo da mesa de vidro, dificultando a visão do monitor por mais de três pessoas. A falta de equipamentos também impediu uma dinâmica mais proativa dos alunos na divisão de tarefas, pois, à medida que surgia a necessidade de editar uma nova imagem ou pesquisar algum dado, não havia outros equipamentos disponíveis para o grupo utilizar.

Os dois grupos que contaram com apenas três alunos conseguiram manter uma visão melhor da tela do computador. Um fator que ajudou a amenizar o problema foi a necessidade de montagem dos recursos físicos; desta forma, os alunos se dividiam entre a montagem da maquete, dos circuitos e a programação de acordo com a afinidade de cada aluno.

O grupo seis perdeu diversas programações no decorrer das aulas porque o computador desligava repetidamente. Isso prejudicou ainda mais o andamento do trabalho desse grupo, o qual já havia iniciado em um tempo diferenciado dos demais alunos, devido ao fato de trocarem a proposta inicial e repensarem a narrativa diversas vezes. O grupo dois também encontrou dificuldades com o computador que travava constantemente.

No final do mês de agosto, avaliamos a possibilidade de finalizar as programações utilizando apenas os computadores que estavam funcionando adequadamente. Para isso, foi preciso reservar horários para dois grupos apenas, em cada dia dois grupos utilizariam os computadores para finalizar o trabalho, enquanto

o restante da turma ficaria em sala realizando outras atividades com as professoras. Quando cada grupo finalizava a atividade, trocava de posição com os demais grupos.

Etapa 7 – Escrita de livro para socializar a construção dos jogos

Para finalizar, na sequência didática estava prevista a criação de um livro sobre a “História da energia”; no entanto, tínhamos que retomar os conteúdos e abordá-los com um olhar voltado à história das ciências. Em uma conversa com a professora da turma, optamos por não introduzir novos assuntos. Sendo assim, os alunos apenas elaboraram um livro “Faça você mesmo: Desafio da Casa econômica”, no qual compartilharam as suas experiências de criação de um jogo virtual com interação física, ensinando outros alunos a criarem seus próprios jogos.

Um exemplar do livro impresso foi doado para cada aluno (Apêndice H). Neste livro, além de os alunos explicarem o processo de criação dos jogos, também incluíram dicas para alterações, baseados nas sugestões realizadas na avaliação Game Flow pelos outros colegas da turma. A confecção do livro digital finalizou as atividades, as quais envolveram uma variedade de linguagens, sendo que os alunos não apenas reconheceram, mas, inclusive, produziram significados com os domínios semióticos envolvidos (BOMFOCO, 2013).

No decorrer da sequência didática, algumas atividades foram adaptadas ou modificadas de acordo com as necessidades que surgiam. A seguir, apresentamos quadros-síntese (Quadro 5, Quadro 6, Quadro 7 e Quadro 8) com aspectos sobre os “três momentos pedagógicos” com o intuito de relacionar quais foram as atividades planejadas previamente, as alterações que realizamos no decorrer do trabalho e os aspectos que observamos nas atividades desenvolvidas em cada momento. Esperamos, com esses quadros, fornecer uma visão global da dinâmica desenvolvida durante todo o trabalho pedagógico.

Quadro 5 - Atividades organizadas para iniciar o trabalho

Aulas prévias		
Atividades planejadas previamente	Adaptações	O que foi observado
Apresentação da Professora-pesquisadora e conversa sobre o trabalho a ser desenvolvido.	-----	- Receptividade dos alunos.
Apresentação do Scratch 2.0 para os alunos, criando uma animação inicial coletiva.	Os alunos já haviam criado uma animação no Scratch, por isso, retomamos apenas alguns comandos e visualizamos as animações já criadas pelos alunos.	- Conhecimentos prévios dos alunos relacionados ao Scratch.
Rever a animação criada, acrescentando desafios para construção de jogos, (variáveis, comandos “anuncie”, sensores).	-----	- Organização dos alunos em grupo - Compreensão dos novos comandos e utilização na programação prévia.

Fonte: Autoria própria.

Quadro 6 - Atividades relacionadas ao primeiro momento

Problematização inicial		
Atividades planejadas previamente	Adaptações	O que foi observado
Leitura em grupo: Reportagem: “Relembre os maiores blecautes das últimas décadas pelo mundo”.	-----	- Conhecimentos prévios dos alunos em relação ao tema energia; - Como os alunos perceberam de qual tema tratava o texto.
Elaboração de cartazes para registrar as hipóteses prévias dos alunos.	-----	- Conhecimentos prévios dos alunos relacionados às questões propostas.

Fonte: Autoria própria.

Quadro 7 - Atividades organizadas para o segundo momento

Organização do conhecimento		
Atividades planejadas previamente	Adaptações	O que foi observado
Desenho da casa com cômodos e seus equipamentos.	-----	- Representação dos alunos relacionando os equipamentos aos diferentes tipos de energia.
Quadro no Google Drive relacionando o aparelho ao resultado que a energia proporciona.	Cada grupo fez um quadro colaborativo no Drive, em seguida, juntamos tudo em um único quadro, discutindo coletivamente as transformações de energia.	- Discussões relacionadas às transformações de energia, observando as relações que os alunos construíram em cada situação.
Conta de energia elétrica. Conta de gás.	-----	- Localização de informações referentes ao consumo de energia.
- Vídeo: Kika - De onde vem a energia elétrica. - Acesso ao site e cartilha da Aneel	Apenas assistimos ao vídeo. Os sites foram indicados para pesquisa após leitura do livro.	- Compreensão do aluno em relação à geração e distribuição de energia elétrica.
- Leitura do livro: O pinguim de geladeira, a preguiça e a energia elétrica. - Pesquisa de atitudes que favorecem a redução do consumo de energia. - Registro do resultado da pesquisa no Drive.	-----	- Discussão dos alunos, alternativas que refletem o senso comum, noção de coletividade ou apenas atitudes individuais.
Jogo Museu Light	As configurações dos computadores da escola não permitiram o funcionamento do jogo.	-----

Organização do conhecimento		
Simulação “Compra de eletrodomésticos” disponibilizada no LabVirt.	-----	Consumo elevado nos diferentes grupos e suas justificativas.
- Vídeo: “A eletricidade e a lâmpada elétrica”. - Paper Circuit.	-----	- Investigar as hipóteses e discussões geradas nos grupos em relação às conexões utilizando os fios de cobre, LED e baterias. - Alternativas criadas pelos diferentes grupos para realizar a conexão dos fios.
-----	Atividade com a família: Paper Circuit	- Socialização entre alunos e família. - Compartilhamento de conhecimentos: alunos ensinando os pais.
PhET Kit de construção de circuito DC.	-----	- Estratégias utilizadas pelos alunos para construir os circuitos. - Exploração do software pelos alunos e como testaram diferentes possibilidades.
Atividades planejadas previamente	Adaptações	O que foi observado
- Vídeo Energia Hídrica. - Desafio - Scratch/Arduino: LED e LDR.	-----	- Novas aprendizagens em relação à geração de energia. - Como os alunos se organizaram para a montagem de circuitos programáveis: dificuldades, desafios, sucessos.
- Vídeo: Continente eólico. - Scratch/Arduino: Motor (energia eólica). - Desafio: Acender um LED com a energia produzida pelo motor. - Programar o LDR para detectar o acionamento do LED.	-----	- Compreensão do conceito de energia eólica. - Conceitos prévios dos alunos e construção de novos conceitos - Organização do grupo para realização do desafio - Avanços na montagem de circuitos e programação do LDR em relação à aula anterior.

Organização do conhecimento		
-----	Vídeo: Energia Eólica	-Retomada do conteúdo da aula anterior com dois vídeos para solucionar dúvidas existentes.
<ul style="list-style-type: none"> - Vídeo: “Espelhos e Robôs geram energia solar”. - Scratch/Arduino: Placa de energia solar. - Desafio: Acender um LED com a placa de energia solar, programar o LDR para detectar o acionamento do LED. 	-----	<ul style="list-style-type: none"> - Compreensão dos benefícios, utilidade e funcionalidade das placas fotovoltaicas. - Identificação das diferenças entre placa solar fotovoltaica e térmica. - Organização do grupo para realização do desafio. - Avanços na realização da montagem e programação.
<ul style="list-style-type: none"> - Vídeo: “Mad Science - Eletricidade e condutores”. - Scratch/Makey Makey: Condução de eletricidade. - Desafio: condução de eletricidade. 	-----	<ul style="list-style-type: none"> -Conhecimentos prévios relacionados a condução de energia e compreensão após a realização do desafio. -Montagem e programação da placa Makey Makey.
-Apresentar uma seleção de jogos de Ciências criados no Scratch e outros jogos referentes ao tema abordado, para os alunos jogarem e avaliarem.	Os alunos exploraram alguns jogos e todos avaliaram o mesmo jogo: Cidade Eficiente, utilizando a avaliação Game Flow.	<ul style="list-style-type: none"> - Potencial de interação e discussão propiciada pelos diferentes jogos. -Aspectos observados no jogo e argumentos dos alunos dados nas respostas.
-----	Leitura e ilustração referente à energia mecânica: Potencial e Cinética.	- Verificar a compreensão dos alunos relacionada à energia mecânica, após dúvida surgida durante o jogo Cidade Eficiente.
<ul style="list-style-type: none"> - Apresentação da animação sobre a casa ecológica da ONG Pupa Permacultura. - Discussão sobre as fontes alternativas de energia. 	-----	- Percepção dos alunos em relação às diferentes fontes de energia discutidas na animação e no vídeo.
-----	Leituras de textos e Ilustração referente ao conceito de energias limpas e renováveis.	- Aprendizagem dos alunos relacionada aos conceitos de energia limpa e renovável.

Fonte: Autoria própria

Quadro 8 - Atividades organizadas no terceiro momento

Aplicação do conhecimento		
Atividades planejadas previamente	Adaptações	O que foi observado
<ul style="list-style-type: none"> - Escrita da narrativa. - Socialização das ideias para contribuições dos demais colegas. 	Essa etapa durou várias aulas. As sugestões eram compartilhadas, discutidas e verificados a viabilidade e os materiais necessários. Os grupos auxiliaram uns aos outros para organizar as ideias da narrativa.	<ul style="list-style-type: none"> - Construção da narrativa do jogo. - Organização da equipe e autonomia dos grupos. - Potencial criativo. - Necessidades de intervenções. - Colaboração entre os diferentes grupos.
Elaborar a narrativa coletiva do jogo, unificando as ideias em um único jogo.	Optamos por não criar um jogo único, mas 6 jogos independentes, fazendo parte da mesma temática.	<ul style="list-style-type: none"> - Organização coletiva para unificação das ideias. - Argumentação dos alunos na defesa das ideias.
Eleição do nome do jogo.	-----	-Tomada de decisão coletiva.
Idealização, planejamento, criação, programação e teste dos jogos.	Surgiu a necessidade de novas pesquisas para organização do conteúdo do jogo.	<ul style="list-style-type: none"> - Divisão das tarefas e organização por afinidades e habilidades dos diferentes componentes do grupo. - Facilidade na montagem de circuitos e programação. - Necessidades de intervenções na parte teórica do conteúdo relacionado ao tema energia.
Avaliação dos jogos pelos outros grupos da mesma turma seguindo a avaliação Game Flow.	-----	<ul style="list-style-type: none"> - Postura dos alunos para avaliar a produção dos colegas. - Receptividade das críticas relacionadas ao seu trabalho. - Capacidade de analisar as sugestões possíveis de serem colocadas em prática. - Análise e reflexão do trabalho.

Aplicação do conhecimento		
Socialização dos jogos com outras turmas e pais de alunos.	Socializamos apenas com as outras turmas.	<ul style="list-style-type: none"> - Envolvimento dos alunos das outras turmas durante a exploração dos jogos. - Receptividade e explicação fornecida pelos alunos autores dos jogos. - Relacionamento estabelecido entre as turmas: alunos ensinando e alunos explorando a criação dos outros.
Resgate histórico do uso da energia elétrica na sociedade.	<p>Não trabalhamos o resgate histórico.</p> <p>Os alunos produziram um livro para socializar a construção do jogo e ensinar outras pessoas a replicar o trabalho.</p> <p>Ao levar o livro, os alunos compartilharam com a família o trabalho desenvolvido.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Registro dos alunos das etapas de criação dos jogos. - Potencial de comunicação e criação de um roteiro sobre a construção do jogo.

Fonte: Autoria própria.

Os dados observados nas atividades serão analisados a seguir. Para essa análise, estabelecemos categorias a posteriori, as quais emergiram do referencial e, principalmente, da análise dos dados obtidos no decorrer da pesquisa.

5.2 Um olhar sobre o processo

Para organização dos dados, tomamos os referenciais apontados na revisão bibliográfica como norteadores, além dos objetivos planejados na sequência didática, os quais foram pensados com o intuito de “ampliar a cultura escolar e científica dos educandos” (LORENZETTI, 2000, p. 104).

Revisitando todo o trabalho, percebemos que alguns aspectos permearam o processo, permitindo identificar indícios de avanços na aprendizagem dos alunos. Para análise dos dados, buscamos identificar as contribuições emergentes do

referencial teórico e dos elementos mais relevantes que depreendemos dos trabalhos dos alunos. Diante disso, levantamos quatro categorias a posteriori relacionadas aos seguintes aspectos: apropriação da linguagem, exploração de fenômenos e conteúdos de Ciências e de temas socioambientais, interação com a tecnologia e as relações interpessoais.

A seguir, apresentamos quadros organizados com alguns trechos dos registros dos alunos (orais e escritos), os quais dão indícios de aprendizagens relacionadas às categorias de análise escolhidas. Importante destacar que, em alguns momentos, esses aspectos se entrelaçam, pois a interação com a tecnologia, por exemplo, pode favorecer a exploração de fenômenos e conteúdos de Ciências (sendo este o aspecto que desencadeou a sequência) e aquisição de vocabulário; mas é também, por si só, um aprendizado com relação ao letramento digital.

Quadro 9 - Análise da categoria: Apropriação da Linguagem

Atividades	Evidências
Leitura da reportagem	Aprendi que também é possível ficar sem luz e sem energia na maior parte do país sofrendo um blackout (A11)
Montagem de Circuito	<p>[...] para aquilo funcionar são 3 volts e tem coisa que é necessário 200 volts 110 volts imagine o tamanho do circuito (A11, referindo-se ao processo de acender o LED com a bateria)</p> <p>[...] pega alguns fios colorido e define qual vai ser qual como o fio preto negativo o fio vermelho positivo então você pega os fio e liga no GND pega outro e liga no A0 pega outro fio e liga no numero 8 [...] pega um cabo USB e liga no adumino uno. (A18 explicando em seu diário de bordo a construção d e um circuito para acender o LED no Arduino)</p> <p>Também aprendi sobre LED, LDR, fios de cobre, bateria. (A16)</p>
Conectando motores: energia eólica	<p>Devo estar com curto-circuito, pois uma hora deu certo e outra não (A20)</p> <p>[...] energia eólica é produzida pelo vento como os moinhos e os geradores eólicos (A13)</p>

Atividades	Evidências
Energia solar	<p>Aprendi sobre a fotovoltaica (A16)</p> <p>Tinham 3 placas uma maior que produz 5 volts isso iria queimar o Led por isso usaram o resistor para conter a energia para não pegar fogo. Já as outras duas são menores que produzem pelo menos 2 volts, 2 volts e meio por aí, aí elas não iriam precisar de resistor para acender a Led a placa maior precisava de mais energia que as outras duas. (A3)</p>

Fonte: Autoria própria.

Verificamos a apropriação da linguagem pelos estudantes relacionadas tanto aos conceitos de ciências que envolviam energia (blecaute, circuito, volts, positivo e negativo, placa fotovoltaica, curto-circuito, geradores eólicos, energia solar, cinética entre outros conceitos), como à linguagem de tecnologia, devido aos recursos tecnológicos que utilizamos nas aulas, incluindo suas funções (LED, resistor, cabo USB, Arduino Uno, portas analógicas como entrada para o LDR “A0”, portas digitais para acender o LED “8”, terra “GND” etc.). Dessa forma, os alunos foram introduzindo palavras novas em suas produções escritas e orais, passando a nomear os tipos de energia e os diferentes recursos que eram apresentados. Assim, a sequência parece ter contribuído para que os alunos aprendessem a “fazer Ciências” e a “falar Ciências” (CARVALHO, 2009).

O comentário do aluno A20, relacionado ao “curto-circuito”, indicou que o aluno conseguiu compreender o termo, passando a utilizá-lo com sentido figurado em uma situação diferenciada em que a ideia fazia sentido e se aplicava. Durante a sequência, identificamos a partir dos relatos dos alunos que a vivência com os novos termos ajudou a enriquecer e diversificar o vocabulário deles.

Compreendemos que o processo de aquisição de vocabulário é mais complexo e envolve todo o contexto social no qual o aluno está inserido, contudo, alguns termos que os alunos alegaram desconhecer, e que tiveram as primeiras percepções durante o desenvolvimento da pesquisa, parecem ter sido incorporados em seu vocabulário. Os estudantes passaram a nomear corretamente tanto os fenômenos quanto os equipamentos e recursos relacionados ao conteúdo energia.

Quadro 10 - Análise da categoria: Exploração de fenômenos e conteúdos de Ciências e de temas socioambientais

Atividades	Evidências
Vídeos utilizados nas aulas práticas	<p>(...) o vídeo que a professora Elaine passou para agente assistir me ajudou bastante eu não sabia que a energia vinha da água. (A10)</p> <p>(...) tinha um vídeo muito legal mostrando as coisas possíveis com o Makey Makey. (A13)</p> <p>(...) vimos um vídeo de energia solar no deserto de Califórnia que fizeram um projeto e construíram 24 mil robôs que usam espelhos para refletir a luz do sol, e não ficam no mesmo lugar, trocam de ângulo conforme o sol se meche, e vimos no vídeo também que a energia solar é 9 vezes mais cara que a eólica. (A13)</p>
Circuito de papel	[...] a bateria, que é a energia química (A7)
Conectando motores: energia eólica	Eu não sabia que o ventilador pegava o ar, eu pensava que ele fizesse o próprio ar, que ele soltasse o ar. (A7)
Conectando motores: energia eólica	[...] aprendi que energia eólica é produzida pelo vento como os moinhos e os geradores eólicos que giram com o vento, que gera energia que é armazenada e depois passa de poste em poste até chegar na cidade (A13)
Energia solar	Hoje na aula a gente aprendeu a ligar a led na placa de energia solar, é uma placa que pega a luz do sol e transforma em energia. (A15)
Condução de energia: Makey Makey	<p>Eu aprendi muito sobre a condução de energia, [...], eu e o meu grupo fizemos uma condução de energia elétrica com o Scratch e o Makey Makey, (A13)</p> <p>Eu também aprendi que a energia pode ser transferida. (A17)</p>

Atividades	Evidências
Condução de energia: Makey Makey	<p>As minhas descobertas sobre a condução de energia elétrica, eu não sabia que a banana tinha energia elétrica, a madeira para mim tinha mas não tem (A21)</p> <p>Eu descobri que água conduz eletricidade, eu descobri que o cliques conduz eletricidade porque é metal a água conduziu eletricidade porque é um líquido e os líquidos atraem a eletricidade, a banana conduz eletricidade porque a banana é úmida por dentro por isso ela fez o gato do Scratch andar para baixo [...] o abridor de latinha colorido conduziu mais ou menos a eletricidade porque a camada da tinta impediu a sem cor conduziu eletricidade para o gato ir para cima no Scratch 1.4, porque é um metal sem cor, a tampinha de garrafa PET não conduziu eletricidade porque é plástico, massinha não conduziu porque ela não é úmida. (A20)</p>
Desenho - energia mecânica	<p>“A força do músculo é energia mecânica” (A4)</p> <p>O movimento: energia potencial energia cinética (A21 no desenho das pipas em movimento)</p>
Narrativa do jogo	<p>O rapaz começa a explicar sobre a energia eólica, explica sobre os aerogeradores, os parques eólicos e depois ele vai para a sua casa e mostra um gerador portátil que ele tem em frente a casa dele para gerar energia elétrica para casa. (A13)</p> <p>Vamos colocar também coisas econômicas, como o fogão térmico, que usa o “capim elefante”, que polui menos o ar e não desperdiça energia, estamos tentando fazer uma coisa que gasta menos energia e faz bem para o nosso planeta. (A7)</p> <p>Nós tivemos a ideia de não deixar a geladeira perto do fogão, porque o fogão é quente e vai fazer a geladeira gastar mais energia. (A8)</p> <p>A gente vai usar energia solar e também a mecânica. (A10)</p>

Atividades	Evidências
Registros da finalização dos jogos	<p>Eu não sabia que existia mais de uma energia (A5 comparando seu conhecimento do início do trabalho com o atual)</p> <p>A gente aprendeu sobre energia solar. Dá para conseguir fazer energia solar com a placa fotovoltaica. O carro elétrico tem as vantagens e as desvantagens. O meio ambiente, ele não polui. (A3)</p>
Registros da finalização dos jogos	<p>Eu só conhecia a energia elétrica, eu conheci mais tipos de energia como: eólica, mecânica, solar. (A12)</p> <p>O projeto foi muito legal, eu aprendi bastante sobre energia, eu só sabia sobre energia elétrica e tive oportunidade para aprender mais sobre energia eólica, energia solar, energia mecânica e como nós utilizamos todas elas. Vimos informações sobre o Eco Piso que foi o piso que nós escolhemos para fazer o nosso cômodo. (A11)</p> <p>Eu aprendi mais sobre a fotovoltaica, sobre algumas energias, térmica, solar, luminosa, química... (A16)</p> <p>Estudamos sobre energia química, energia solar, capim elefante, energia eólica. (A18)</p>

Fonte: Autoria própria.

Como mencionado no primeiro momento da sequência, inicialmente os estudantes entendiam que a energia era obtida somente pela força da água, apenas uma aluna apontou que poderia vir do Sol, e também desconheciam os processos de transformação de energia. No decorrer da sequência, os alunos foram aprendendo novas formas possíveis para gerar e transformar a energia, ampliando as possibilidades e conseguindo fazer relação com a vida diária.

Nos relatos dos alunos A10 e A13, percebemos que o uso de recursos audiovisuais foi importante no desenvolvimento da aprendizagem dos conteúdos relacionados à energia. No caso, o aluno A13 comentou, em dois registros de aulas diferentes, as aprendizagens que obteve com os vídeos que foram exibidos.

Os estudantes não só compreenderam, como também conseguiram sistematizar a aprendizagem na criação do jogo, inserindo propostas que acrescentaram fontes limpas e renováveis de energia, denotando uma preocupação com o uso de diferentes matrizes energéticas e a preservação do ambiente, abordando aspectos relacionados à sustentabilidade ambiental. Sabemos que não é possível mensurar a correspondência direta entre as atitudes desenvolvidas nos cursos CTS/CTSA e o envolvimento dos estudantes em questões sociais na vida diária, pois eles já carregavam consigo conhecimentos prévios além das questões pessoais que os dispõem para a ação, sendo essas características que “transcende[m] o trabalho educacional da escola” (SANTOS, 2001). No entanto, percebemos que promovemos oportunidades para os alunos avançarem na sua formação e refletirem sobre esses aspectos.

Conforme Lorenzetti (2000) afirma, nos anos iniciais ocorre o primeiro encontro formal da criança com o conhecimento científico. Verificamos que, nas aulas práticas, os estudantes modificaram suas hipóteses prévias, como o exemplo citado pela A7, que pensava que o ventilador produzia ar, porém, ao testar o minigerador eólico, conseguiu perceber que o ventilador da sala de aula somente movimentava o ar já existente. Assim, a aluna teve a oportunidade de sistematizar, ampliar e contextualizar seus conhecimentos. Nesse momento, a escola foi o espaço formal que sistematizou o conhecimento, possibilitando a compreensão de seus significados e a construção de outros saberes (LORENZETTI, 2000). Conforme afirmam Romanatto e Viveiro (2015, p. 15):

Ensinar Ciências pode ser uma tarefa fácil. Basta desenvolver aquilo que já é próprio nos alunos, por exemplo: vontade de conhecer, o uso da tentativa e erro na busca de solução para um problema, capacidade de compreensão de explicações científicas. Isso significa vivenciar aspectos ou características do “fazer Ciência”.

As ilustrações sobre energia limpa e renovável trouxeram também as questões de produção de energia eólica como fonte de abastecimento de carros elétricos, a plantação de cana-de-açúcar para produção do etanol e a energia das marés, evidenciando a compreensão das diferentes possibilidades que envolvem o tema, buscando uma utilização mais sustentável das matrizes energéticas.

Quadro 11 - Análise da categoria: Interação com a tecnologia

Atividades	Evidências
Construção de circuitos de papel	Eu também entendi que o LED não dá choque, se você juntar as duas pontas com a bateria acende a luz. (A2)
Construção de circuitos com Arduino	<p>Na placa de Arduino é muito mais fácil conectar o LED no Arduino do que conectar direto na bateria porque com o Arduino você programa, e usa um aplicativo que nós usamos. (A11)</p> <p>Eu aprendi que a bateria ascende e o aduminio ele programa. (A11)</p> <p>Por que as pessoas complicam nossa vida, estava tão fácil fazer o circuito com a fita no papel? (A1)</p>
Condução de energia	Hoje agente fez uma placa chamada Makey Makey é igual ao Arduino atrás (A20)
Pesquisa para construção da narrativa	Porque os meninos pesquisaram, para saber se é verdade para poder fazer o trabalho. Nós quatro entramos no site e vimos lá (A7)
Construção do jogo	<p>A gente começou usando uma caixa de coisas recicláveis e ficamos inventando, ligando tudo nos fios. E aí começamos a formar um jogo. (A17)</p> <p>Eu achei incrível toda essa tecnologia, eu pude jogar, conhecer coisas novas, construir, programar e testar. Nós construímos a parte da sala da nossa casa, construímos várias coisas e o mais legal do nosso trabalho é o nosso gerador portátil que gera energia com o vento, assim como o aerogerador real (A13)</p> <p>Programamos tanto quase não acredito que nós quase não erramos nada, fizemos também vários testes e todos foram concluídos (A13).</p> <p>Foi muito legal e além de aprender um monte de coisas sobre energia, aprendemos a fazer jogos aprendemos mais sobre programações. (A20)</p>

Atividades	Evidências
Construção do jogo	<p>As fichas ajudaram a gente programar muitas coisas com ela, como o imã, o led e muitas outras coisas. (A8)</p> <p>Foi mais difícil programar a geladeira porque nós tivemos que colocar sensores de imã para funcionar a geladeira. (A9)</p> <p>Nós fizemos um piso, o nosso jogo dá para jogar pelo computador ou pelo piso que fizemos (A11)</p> <p>Aprendi a mecher em fios usar o arduino e o make make e ao mesmo tempo aprendi a encapar pedaços de papelão e caixas de pasta de dente. (A3)</p> <p>Eu aprendi muito mais sobre o Scratch primeiramente eu não sabia que tinha outra versão, e essa versão é muito melhor que a versão anterior. Bom acho que não sabia que com Scratch era possível criar um jogo da forma que meu grupo fez, quando fizemos o piso nós conseguimos jogar como se você tivesse clicando na tela do computador. (A11)</p> <p>Esse jogo foi muito legal de fazer porque eu aprendi várias coisas como conectar fio, fazer programações em texto, programar o computador. Com isso a gente fez um projeto, com papelão e uma caixa. A gente fez um carrinho, colocamos duas colunas no meio e um LDR que servia para iniciar o jogo. (A3)</p> <p>Eu usei cola quente, usei palito de sorvete. Tinha que colar, soprar esperar secar pedaço por pedaço aí eu acabei. Chegando aqui eu falei com a professora e nós fizemos a placa fotovoltaica, programamos na placa Arduino. E quando batia alguma luz na placa acendia o LED. (A17)</p>

Fonte: Autoria própria.

Em relação à interação com a tecnologia, verificamos que os alunos aprenderam muito com as atividades práticas, conforme ressaltou o aluno A11 ao dizer que: “a parte teórica a gente fez na prática, o que é muito mais legal”. Dessa forma, exploraram conceitos, compreenderam a geração de energias solar, eólica e cinética e condução de energia. A construção do jogo físico propiciou a manipulação de diferentes materiais, favorecendo a inspiração para a criação do jogo,

oportunizando ricos momentos de uma educação científica “mão na massa”, que é valorizada por Chaves (2009, p. 68) ao dizer que, quando a criança tem “uma educação científica do tipo “mão na massa”, na adolescência estará apta a fazer experimentos envolvendo controle rigoroso das condições em que ocorrem os fenômenos e mensuração das observações”.

Os estudantes conseguiram perceber que nem todos os materiais dão choque, que é possível mexer com lâmpadas, criar circuitos com materiais de baixa voltagem, desmitificando assim a energia, conforme bem registrou A2.

O aluno A11 demonstrou em seu registro a facilidade em aprender novos recursos quando já conhecem o ambiente, ao comparar a ligação do LED na bateria e no Arduino, citando ser mais fácil no Arduino, pois o ambiente de programação já era familiar. Mas o mesmo não ocorreu com A1, que relatou inicialmente que a troca do circuito de papel pelo Arduino complicou sua vida. Essas manifestações também demonstram as diferentes formas de aprendizagem de cada aluno, afirmando a necessidade de se trabalhar com estratégias variadas e diferentes recursos, buscando contemplar a diversidade de alunos presentes, conforme defendem Lorenzetti e Delizoicov (2001), Santos e Mortimer (2001), Viveiro e Zancul (2014), entre outros.

O vídeo e a animação da casa ecológica de São José dos Campos - SP em muito influenciaram a criação do jogo dos alunos, demonstrando o potencial da tecnologia para aproximar diferentes realidades e tornar mais próximos os espaços que não são possíveis de serem visitados com os alunos.

A aproximação com a tecnologia despertou o olhar atento dos alunos também para as características das placas de prototipagem que manipulavam. Na aula de condução de energia, o aluno A20 notou que a placa Makey Makey tinha semelhanças com a placa Arduino utilizada nas aulas anteriores; mesmo sem estar com as duas placas em mãos para comparar, conseguiu perceber e estabelecer relação entre elas.

A diversidade de recursos desconhecidos até então pelos alunos não se tornou uma dificuldade, haja visto o registro realizado por A18 no seu diário de bordo, explicando como fazer a ligação de um LED no Arduino e definindo as cores dos fios positivos e negativos. Esse relato demonstrou a sua facilidade em interagir com os diversos recursos tecnológicos, sendo capaz de registrar de forma simples o processo de montagem de um circuito na placa Arduino, ainda no seu primeiro contato. Dessa forma, podemos dizer que a ZDP foi construída não apenas pela intervenção de um

educador, mas, inclusive, pela estruturação do ambiente (VALSINER, 1988), pelas relações colaborativas entre os colegas e pela exploração dos elementos tecnológicos.

Quando o estudante A20 ofereceu-se para testar no seu grupo os motores dos grupos que não funcionaram e verificou que, na sua montagem e programação todos os motores estavam funcionando, conseguiu eliminar um possível problema de funcionamento do motor, criando estratégias para verificação de problemas. Conforme bem ressaltou Papert (1985), as dificuldades dos alunos tornam-se tópicos de discussão por uma necessidade de ajuda, que não precisa vir necessariamente de um profissional treinado, surgindo oportunidades de ensino articuladas entre os próprios alunos.

Essa articulação entre os alunos, a relação de trocas entre os pares e o seu ambiente, é o que favorece o desenvolvimento humano, é exatamente a ZDP atuando para que o aluno avance para o nível de desenvolvimento real. Ou ainda, conforme diz Fiorin (2006), são essas relações que propiciam a construção do conhecimento cultural.

Verificamos assim que o aluno se envolveu em atividades participativas que estimularam o raciocínio por meio de “uma prática formativa e não meramente armazenadora de informações” (ORO et al. 2015, p.105).

Em relação à criação do jogo em si, verificamos nos discursos dos alunos que a interação com a tecnologia favoreceu a fluência digital, não apenas pelo fato de criarem artefatos interessantes com os materiais disponíveis, mas principalmente porque desenvolveram novas maneiras de pensar com base no uso dessas ferramentas, sendo a proposta de criação de jogos uma entrada dos alunos na cultura digital estando no papel de produtores e, não mais, apenas de consumidores (KAFAL, 2006).

Quadro 12 - Análise da categoria: Relações interpessoais

Atividades	Evidências
Construção de circuitos com Arduino	<p>Para ligar um LED você precisa trabalhar em grupo porque é difícil encaixar os fios certos. (A5)</p> <p>Eu e os meus parceiros, usamos o computador para programar (A21)</p>

Atividades	Evidências
Energia eólica	A gente fez uma experiência, a prô Elaine trouxe uma led, e uma criança ficou segurando um mini aerogerador, e outra criança segurou o ventilador e colocou na frente do aerogerador, e a led acendia. (A15)
Dúvidas durante o jogo “Cidade Eficiente”	<p>As pessoas comem para poder gerar qual tipo de energia? (Professora-pesquisadora) Eólica (A20)</p> <p>As pessoas geram vento? (Professora-pesquisadora) Não (A20)</p> <p>Qual energia então? (Professora-pesquisadora) Cinética, mas não tem a opção aqui. (A6)</p> <p>A energia do movimento, qual é? (Professora-pesquisadora) Mecânica. (A6)</p> <p>Então eu acertei! É mecânica! “Isso mesmo, as pessoas transformam a energia química em energia mecânica”. (A13)</p>
Construção do jogo	<p>[...] também aprendi a trabalhar melhor com minha equipe e a solucionar os problemas bem mais rápido, e fácil e prático [...] (A13)</p> <p>Nos dividimos em quem era bom em cada coisa [...] E juntos conseguimos terminar, mas quem não era bom em sua tarefa, nós pedíamos ajuda para a professora ou nós mesmos conseguiríamos resolver. (A13)</p> <p>Nós escolhemos o tema sobre energia eólica, porque a gente achou que ela foi a mais importante pra gente. (A6)</p> <p>Nós aprendemos que temos que trabalhar em equipe, para dar tudo certo (A13).</p> <p>A vantagem foi que um programava e o outro montava a casa. (A17)</p>

Atividades	Evidências
Construção do jogo	<p>Eu se interessei pelo o Eco Piso, um piso sustentável que foi criado na Holanda e já utilizado no monumento Cristo Redentor eu avisei ao grupo e ele concordou ai eu e a A15 cuidamos das perguntas e a A21 e a A14 cuidou da programação e assim terminamos. (A11)</p> <p>A gente praticamente não tinha noção que a gente conseguia fazer esse jogo, mas trabalhando em equipe a gente fez bastante coisa legal, bastante coisa bacana, e principalmente nós trabalhamos em grupo. (A12)</p> <p>A A16: Ajudou a programar e deu ideias ótimas. A18: Ajudou a conectar os fios e programou um pouco. A1: Ajudou um pouco em tudo. Eu (A10): Ajudei na maquete, programei e dei ideias. (A10)</p> <p>[...] ia ser muito, difícil eu terminar bem rapidinho o projeto sozinha não ia dar conta de fazer nada porisso eu acho que a professora montou os grupos se não ia ficar muito difícil para uma pessoa só fazer um trabalho que tem um montão de coisa para fazer, todos nós precisamos de um amigo ou amiga para ajudar a fazer um trabalho bem difícil que demorou mais de um mês para terminar e eu concordo que eu achei bem divertido trabalhar em grupo. (A2)</p> <p>Cada um ajudou fazendo suas tarefas, conectaram os fios, programaram, escreveram (A13)</p> <p>Eu aprendi, que nem sempre você pode fazer tudo sozinho, sem alguém independente quando ninguém se prontifica para te ajudar, e também que você não pode nunca mais nunca mesmo fazer as coisas sem antes consultar o grupo. Se o trabalho ou o jogo forem em grupo você tem que consultar e ver se todos concordam com você ou não. (A10)</p>
Avaliação do trabalho	<p>Uma pessoa não tem tantas ideias varias pessoas tem grandes ideias com varias pessoas você pode terminar mais rápido e também deixar o trabalho mais caprichado e bonito. (A3)</p>

Fonte: Autoria própria.

Nos relatos verificamos que os próprios alunos perceberam a relevância do trabalho em equipe para a realização do trabalho, apontando a necessidade da divisão

de tarefas e a importância de consultar a equipe para a tomada de decisões. Essas evidências foram muito significativas em uma turma que apresentava dificuldades iniciais em realizar trabalhos colaborativos.

A divisão do trabalho aconteceu de forma natural e autônoma, pois cada integrante se identificou com determinadas atividades e organizaram-se entre os integrantes do grupo para que o trabalho pudesse acontecer. Os relatos demonstraram a participação da equipe na tomada de decisões (A10), na escolha do tema (A6 e A11) e ainda para a superação das dificuldades e complexidade do trabalho (A12 e A2).

As interações e o relacionamento interpessoal, propiciado pelo desenvolvimento do trabalho em grupo, favoreceram discussões de conceitos e a construção de conhecimentos, pois estas relações favoreceram a atuação na ZDP, conforme afirma Vigotski (2007, p. 98): “aquilo que uma criança pode fazer com assistência hoje, ela será capaz de fazer sozinha amanhã”.

Durante os desafios das aulas práticas, a interação foi muito presente, além dos momentos de planejamento da narrativa e programação dos jogos. As propostas poderiam ser difíceis para os alunos executarem individualmente, porém, em parceria, eles foram capazes de realizar. Conforme afirma Fiorin (2006), é pela interação social com os indivíduos, com o meio, instrumentos e signos do mundo que o conhecimento cultural é construído.

O relato da discussão para resolver os desafios do jogo “Cidade Eficiente” mostrou como os alunos argumentaram e refletiram juntos até alcançar a resposta necessária para resolver o desafio.

No início, nos deparamos com muitos conflitos pessoais nos grupos, porém ao longo das aulas esses conflitos foram diminuindo. O aluno A13 descreveu esse fato em um de seus relatos sobre o aprendizado da aula do dia ao dizer que conseguiram trabalhar melhor em equipe.

Essa necessidade da organização em grupo para realizar as experiências foi relatada por diversos alunos, demonstrando a construção e execução das tarefas sempre em parceria, conforme é possível verificar nos registros escritos dos alunos, tanto na execução das atividades propostas nas aulas, quanto na divisão das tarefas para realização do projeto. Esses relatos indicam que, quando se cria um ambiente propício, com utilização de recursos que auxiliam os alunos e uma situação de interação dos pares, novos conhecimentos são construídos. Essa situação retrata o

que Vigotski (2007) denomina de zona de desenvolvimento proximal, favorecendo aos alunos o avanço em seus conhecimentos prévios.

A interação da classe não se limitou apenas à colaboração dentro do grupo. Na atividade da aula de energia eólica, o aluno A20 conseguiu realizar rapidamente o desafio com o auxílio do grupo. Na classe havia três grupos com dificuldades e ele se propôs a auxiliar, testando os motores e verificando a ligação dos fios.

A divisão de tarefas para realização do trabalho foi uma característica presente nos registros dos diversos grupos. Em relação à organização da equipe, ressaltamos o registro do estudante A3, que expressou bem como o trabalho em equipe e a interação entre o grupo favoreceu o desenvolvimento do trabalho, ao unir as ideias de todos os integrantes do grupo favorecendo um trabalho “mais caprichado e bonito” (A3).

Verifica-se, assim, que a estratégia de trabalho em grupo favorece o desenvolvimento da aprendizagem criativa, reforçando os 4P³² descritos por Resnick (2014), em que os alunos aprendem melhor trabalhando em projetos significativos e que possuem interesse, criando ideias, compartilhando ideias, participando de experiências divertidas, testando limites e assumindo riscos.

Por fim, verificamos que todos esses indícios de aprendizagens apresentados nessas quatro categorias estavam inter-relacionados no desenvolvimento da sequência. Não se trataram de momentos estanques, pois a Linguagem, as Ciências, a Tecnologia, as Interações Interpessoais e a Sustentabilidade permearam todo o processo, favorecendo uma relação íntima entre o desenvolvimento dos alunos. A fala da estudante A7 expressa que todas essas aprendizagens estavam interligadas em um único trabalho e os próprios alunos tiveram consciência de que realizaram grandes avanços nesse processo:

Mas também aprendi como mexer no Scratch colocar fios e outras coisas no Arduino, aprendi o que era Arduino e o que os fios pretos, vermelhos, brancos, amarelos eram. Não sabia muito sobre tecnologia por isso aprendi várias coisas como: funções de energias (cada uma) e também aprendi a trabalhar em grupo. (A7)

Essa citação exemplifica e contempla novas experiências com os conteúdos de energia relacionados à aprendizagem de ciências, novas aprendizagens

³² 4P da Aprendizagem Criativa: Projetos, Parcerias, Paixão e Pensar brincando.

interagindo com as tecnologias e novas relações interpessoais reconhecendo o trabalho em equipe. Lorenzetti, Viecheneski e Carletto (2012) ressaltam a importância de se trabalhar com “conteúdos que levem em conta a relevância de temas sociais e estratégias educacionais”, colocando “os aspectos éticos no mesmo nível de importância dos aspectos conceituais” (p.870).

Todas essas aprendizagens foram divulgadas na elaboração do livro, que consistiu em uma oportunidade para os alunos sistematizarem suas ações e compartilharem os conhecimentos construídos entre os pares. Caracterizou-se também como um momento de reflexão do trabalho desenvolvido em grupo, pois os alunos apontaram possíveis melhorias e sugestões para suas próprias criações. A função social estabelecida para o livro, ao compartilharem com outros alunos e entregarem para as famílias, finalizou o trabalho com um registro autoral das aprendizagens construídas ao longo do processo.

Dessa forma, a atividade que desenvolvemos, propondo a programação de jogos digitais, favoreceu a aprendizagem das Ciências, a partir de uma abordagem que envolve as relações CTS/CTSA. Verificamos que os alunos tiveram a oportunidade de discutir ciências e tecnologias integradas em um contexto social, analisando questões relacionadas ao ambiente e à sustentabilidade, além da oportunidade de produzirem jogos e escrever o livro de forma colaborativa, desenvolvendo aprendizados significativos relacionados ao letramento digital e ao trabalho em equipe.

Considerações finais

Considerando a importância do Ensino de Ciências para crianças, este trabalho explorou possibilidades de desenvolvimento de atividades significativas, integrando os recursos tecnológicos, de modo a propiciar um aprendizado prático e criativo, em que os alunos atuaram como autores na criação de jogos contextualizados com o currículo escolar.

Algumas contribuições do nosso trabalho podem ser retomadas. Ressaltamos a revisão da literatura, em que desenvolvemos um estudo sobre o Ensino de Ciências para crianças, discutindo sobre a possibilidade de oferecer um acesso à cultura científica por meio de um trabalho diversificado, enriquecido pelo uso das tecnologias digitais. Questões que envolvem a CTSA podem ser abordadas desde a infância, favorecendo ao mesmo tempo o letramento científico e digital. Isso torna-se possível quando o professor cria estratégias para atuar na ZDP do aluno, com propostas motivadoras que favorecem a interação interpessoal.

Com relação à criação de jogos, resgatamos experiências significativas de práticas, não apenas na área de Ciências, mas também em outras áreas, que tiveram como objetivo desenvolver a aprendizagem dos alunos tanto em relação a conteúdos específicos, quanto à programação, ao envolvê-los no processo de criação. Essa revisão poderá contribuir para o trabalho de outros pesquisadores da área.

Como contribuição para a prática do professor, apontamos a sequência didática, elaborada a partir dos três momentos pedagógicos propostos por Delizoicov e Angotti (1990), que, apesar de não ser recente, ainda favorece uma organização didática dos trabalhos propostos. Também levamos em consideração os objetivos e conteúdos com base na tipologia proposta por Zabala (1999), dividindo-os em conceituais, procedimentais e atitudinais, para melhor definir o que esperávamos dos alunos em cada aspecto.

Nesse momento, a parceria com a professora da sala de aula tornou-se primordial para a elaboração do trabalho, de forma a compreender quais os objetivos necessários para desenvolver os conteúdos propostos no trimestre, de modo que pudessemos avaliar os alunos com base no que era proposto no currículo escolar. A nossa relação com a professora da sala de aula desenvolveu-se de forma complementar, respeitando as necessidades do currículo de Ciências e os

conhecimentos da professora polivalente. Nossa atuação contribuiu para enriquecer a atividade com nosso conhecimento específico do uso das tecnologias e a integração dos aspectos CTSA. Esse trabalho de parceria reforça a importância da atuação do Professor de Apoio aos Projetos com Uso de Tecnologias (PAPE) no desenvolvimento de trabalhos que necessitam de um saber específico para o uso das tecnologias.

A partir do planejamento da sequência didática, implementamos a atividade realizando ajustes necessários. Ao término do trabalho, revisitando a sequência didática, pudemos observar que cada momento planejado teve uma significativa contribuição para o desenvolvimento da aprendizagem dos alunos.

As aulas prévias foram primordiais para a aproximação dos alunos e o estabelecimento de uma relação de confiança e parceria entre todos os atores envolvidos.

O primeiro momento, relacionado à problematização inicial, manteve-se conforme o planejamento inicial e consideramos como uma parte essencial da pesquisa para identificar os conhecimentos prévios dos alunos e auxiliar na organização das demais etapas. Acreditamos que o uso de uma reportagem como disparador do tema tornou o conteúdo próximo do cotidiano dos alunos e favoreceu o levantamento de hipóteses prévias, podendo considerar como uma estratégia assertiva.

No segundo momento, relacionado à organização do conhecimento, o registro coletivo dos eletrodomésticos e as transformações de energia, sistematizado em um quadro do Google Drive, foi uma importante contribuição que auxiliou os alunos a refletirem sobre os diferentes tipos de energia, ampliando o olhar sobre o processo de transformação desta.

Atividades como analisar a conta de energia elétrica, ler livros e assistir a vídeos foram enriquecendo a discussão. Essas atividades podem ser facilmente substituídas por outras, mas ressaltamos que a variedade de recursos auxilia na compreensão dos diferentes alunos, pois nos relatos identificamos alunos que descreviam aprendizados a partir de vídeos, outros davam ênfase à leitura de livros ou pesquisas em sites, enfim, o uso de diferentes recursos audiovisuais foi significativo.

Para o professor em sala de aula, é possível incluir esses recursos na sua rotina diária, utilizando livros, revistas e textos que tratem de maneira rica e significativa o assunto.

A sequência de aulas práticas que envolveu Paper Circuit, Arduino e Makey Makey revelou o esclarecimento das dúvidas por meio de experimentações, atividades práticas verdadeiramente mão na massa. Foi uma das etapas mais significativas, a qual demonstrou o quanto os recursos tecnológicos aliados a atividades de produção colaboraram com a aprendizagem, abrindo margens para que os alunos pudessem ressignificar esses recursos na criação dos seus jogos.

Também podemos dizer que esses recursos colaboraram para despertar o interesse dos alunos, pois conseguimos desenvolver atividades colaborativas com uma turma que se envolvia em diversos conflitos de ideias, ressaltando o potencial da programação e de atividades com uso de tecnologias para o desenvolvimento de trabalhos em equipe, favorecendo assim um aprendizado que vai além dos conteúdos curriculares.

Em relação ao terceiro momento, para orientar os alunos na construção dos jogos, a avaliação Game Flow propiciou um olhar mais preciso para o planejamento das estratégias do jogo. Os alunos demonstraram preocupação tanto em relação às questões relacionadas ao conteúdo de energia, quanto ao potencial lúdico do jogo.

As categorias para avaliação dos jogos, as quais escolhemos baseadas na avaliação Game Flow e adaptadas de acordo com as características do jogo, propiciaram esse olhar para diversos aspectos. Possíveis mudanças ainda podem ser realizadas na avaliação, de modo a deixá-la mais objetiva.

Para uma segunda aplicação dessa atividade, avaliamos que poderia ser acrescentada a opção “nunca” após a opção “pouco”, pois em alguns casos os alunos relataram a falta dessa opção. Também observamos que poderia ser suprimida uma das duas questões da dimensão concentração: “Distraiu-se com outras coisas no momento do jogo?” ou “Conseguiu ficar atento para resolver os desafios?”. Isso porque verificamos que essas duas questões mantiveram os resultados idênticos, pois tinham significados muito próximos.

Outras duas questões que podem ser reavaliadas, considerando sua proximidade, mesmo sendo de dimensões diferentes, são: “Foi divertido aprender a jogar?” relacionada à dimensão: autonomia e controle do jogo; e a questão: “O jogo foi divertido?” relacionada à dimensão imersão. Apesar de ter resultados diferentes, os alunos que responderam “muito” na primeira questão e “algumas vezes” na segunda, alegaram os conflitos existentes no grupo no momento do jogo e não o jogo em si.

Ao realizar a leitura das demais questões, muitas parecem se repetir, mas cada uma é interpretada pelos alunos de forma diferenciada e chama a atenção para aspectos diversos do jogo. Uma possibilidade futura seria aplicar a avaliação reduzindo a quantidade de questões e avaliando se é possível obter discussões que contemplem os aspectos mais significativos das oito dimensões propostas pela avaliação Game Flow.

Vale ressaltar, também, o quanto foi significativo quando os alunos tiveram contato com a análise que os colegas fizeram dos seus próprios jogos e o quanto essa avaliação ajudou a refletir sobre o processo criativo e possibilidades de novas criações.

O último momento da sequência, o qual concretizou a criação do jogo, não foi apenas um momento para aplicar os conhecimentos, mas, sim, de novas buscas e aprofundamento de conteúdos necessários para a comunicação de ideias por meio da programação dos jogos. Verificamos que o terceiro momento necessitou uma retomada de conteúdos e sistematização de informações devido a necessidades específicas de cada grupo, quando planejaram o tema específico do que abordariam.

Diante disso, entendemos que a proposta de produção e criação de jogos, a qual propicia a autoria dos alunos na construção da narrativa, requer um planejamento flexível, envolvendo novas pesquisas e soluções de problemas que surgem durante o percurso. Por esse motivo, o segundo e o terceiro momento se entrecruzaram entre práticas e pesquisas, organização e aplicação do conhecimento, não podendo ser considerados como processos totalmente separados.

Com a realização deste trabalho, verificamos que o objetivo inicial que visava a produção de jogos digitais, tendo os estudantes como autores, foi alcançada com os alunos participantes, os quais foram além da produção de jogos digitais, incluindo interações físicas por meio da utilização de placas de prototipagem.

Para avaliar a aprendizagem dos alunos, estabelecemos categorias a posteriori, as quais emergiram da pesquisa e que podem servir de inspiração para a avaliação de outras atividades que podem vir a ser desenvolvidas em diferentes contextos. Essas categorias possibilitaram analisar os dados dos portfólios dos alunos, avaliando a apropriação da linguagem, exploração de fenômenos e conteúdos de Ciências e de temas socioambientais, interação com a tecnologia e as relações interpessoais.

Verificamos de forma positiva o desenvolvimento da aprendizagem dos alunos em relação aos conceitos científicos, podendo afirmar que a experiência foi válida para o engajamento dos alunos e aprendizado dos aspectos que envolvem as Ciências e as tecnologias.

O potencial da utilização das tecnologias favoreceu o alcance dos objetivos. A escolha do material auxiliou na observação das categorias que escolhemos para analisar os dados, isso porque as crianças exploraram, experimentaram, questionaram e criaram a partir da interação com os diversos recursos tecnológicos e a intencionalidade pedagógica embutida em cada momento. Dessa forma, o papel da tecnologia para o desenvolvimento deste trabalho tornou-se essencial para a concretização dos conceitos, tornando-os mais acessíveis e compreensíveis para os alunos.

Contudo, vale ressaltar as dificuldades que encontramos durante o processo.

Apesar do investimento em tecnologia, o setor público ainda esbarra em necessidades básicas, como troca de equipamentos obsoletos e melhoria da qualidade do sinal de internet. A qualidade dos equipamentos dificultou o andamento do trabalho, estendendo-se além do prazo previsto inicialmente. Muitos computadores travavam, desligavam constantemente, perdendo as programações realizadas pelos alunos e dificultando a conclusão dos trabalhos de dois grupos que estavam utilizando os equipamentos que apresentavam sérios problemas.

Além dos computadores do laboratório, enfrentamos dificuldades com o acesso à internet nos netbooks educacionais, muitas vezes instáveis, não podendo contar como um recurso a mais para substituir os equipamentos com problemas. Na ocasião, os netbooks estavam com uma configuração que não permitia a instalação da versão do Scratch configurada para programar o Arduino, assim, não foi possível fazer um uso mais efetivo desses equipamentos.

Atualmente, a rede municipal está atualizando a configuração da imagem desses netbooks, o que permitirá a programação das placas Arduino pelo Scratch instalado nesses equipamentos, o que trará mais possibilidades de utilização desse material.

Outro reflexo da situação da quantidade dos equipamentos disponíveis foi a necessidade de trabalhar com grupos numerosos. A organização do trabalho com um número grande de alunos ao redor de um único equipamento favorecia momentos

de dispersão; esse fato foi relatado pelos próprios alunos no momento de avaliação do trabalho. No entanto, todas essas adversidades não impediram que o trabalho fosse finalizado, além de favorecer a reflexão dos alunos sobre a colaboração e o trabalho em equipe.

Entendemos, portanto, que é possível desenvolver um trabalho curricular diferenciado, contando com os recursos oferecidos pela rede pública, no contexto próprio da sala de aula.

Desenvolver atividades que envolvem um processo colaborativo de criação requer um tempo maior para o desenvolvimento do trabalho. Isso requer um planejamento flexível e passível de adaptações. Reconhecemos que o trabalho foi extenso e que é possível repensar a sua aplicação, focando em alguns aspectos.

O professor pode realizar a sua problematização inicial e enriquecer o processo com diversos recursos didáticos que tem ao seu dispor. Ressaltamos aqui nossa contribuição com as atividades práticas que envolveram o uso de tecnologias, como as aulas que integraram a sequência do Paper Circuit, Arduino e Makey Makey.

Consideramos relevante a parceria de um professor mais experiente no uso de tecnologias e que conheça as especificidades do material. Todavia, é possível para o professor realizar essas aulas com autonomia diante da ausência desse profissional. Por utilizarmos recursos opensource, encontramos uma infinidade de tutoriais e orientações disponíveis na internet. Além disso, as Fichas Scratch, que elaboramos e disponibilizamos no Apêndice D deste trabalho, oferecem exemplos para a construção dos circuitos e demonstram uma das diversas possibilidades de programação, facilitando assim a remixagem para a produção de novas estratégias. Sendo assim, ressaltamos as Fichas Scratch como um material de apoio que produzimos e que pode ser mais uma contribuição do nosso trabalho.

Na ausência de material específico, é possível buscar alternativas diversas, por exemplo, é possível fazer a fita condutiva de cobre utilizada para a construção do circuito de papel com fita dupla face e papel-alumínio (utilizados em cozinha), criando possibilidades para a realização de atividades criativas envolvendo a montagem de circuitos de papel.

Os ambientes de simulação online podem se tornar uma outra alternativa viável, como, por exemplo, o circuito PHET Colorado, que está disponível gratuitamente online.

A opção por utilizarmos o Makey Makey se deu por ser mais um material que fazia parte do acervo da escola, revelando assim novas possibilidades de exploração. Sua utilização deu margens para a criatividade do grupo 3, ao criar o tapete de dança simulando o piso sustentável. Isso sem mencionar os conhecimentos construídos pelos alunos ao testarem os materiais que conduziam energia, enriquecendo a discussão sobre segurança e cuidados com energia elétrica, aspecto esse essencial quando se trata do tema energia com crianças.

Entendemos que se trata de um material de difícil acesso aqui no Brasil, principalmente no momento que vivenciamos com a alta do dólar. No entanto, já existem iniciativas de produção de placas brasileiras inspiradas no Makey Makey, como é o caso do Greg Maker³³, uma iniciativa desenvolvida por um Projeto Fapesp (Projeto financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo), que prevê um preço mais acessível após conseguirem produzir em grande escala.

Quanto ao uso da placa Arduino, este se caracteriza como um recurso com preço mais acessível, se comparado com outros kits oferecidos para o trabalho com robótica educacional. A sua complexidade é reduzida quando programado utilizando o Scratch e fazendo uso das placas de programação, conforme foi possível verificar nos relatos dos alunos. Nossa contribuição para tornar acessível o uso do Arduino com crianças está no fato de observar que, apesar de se tratar de tecnologias complexas, elas podem se tornar acessíveis quando desenvolvemos materiais de apoio condizentes com a compreensão dos alunos. No caso, optamos pelas fichas Scratch e verificamos resultados favoráveis.

Consideramos as placas de prototipagem, como o Arduino, um recurso muito rico para o desenvolvimento de trabalhos de criação e de produção dos jogos envolvendo o conceito de energia. Um kit com uma placa Arduino, Protoboard, LED, resistores, motor, LDR e fios “jumpers” propiciam ricas explorações e potencializam a criatividade nas produções dos jogos. Vale ressaltar também que a utilização da placa de energia solar foi um recurso significativo que favoreceu a compreensão do processo de geração e condução da energia solar.

Caso um professor deseje desenvolver a sequência didática que elaboramos e tenha possibilidade de utilizar os mesmos materiais, sem as adaptações que sugerimos anteriormente, pode trabalhar com o seguinte kit experimental:

³³ Mais informações sobre o projeto da placa Greg Maker está disponível em <<http://www.gregmaker.com.br/>>. Acesso em: 28 maio 2017

- Fita condutiva de cobre ou alumínio
- Baterias 3v
- LED
- Placa Arduino
- Protoboard
- Fios jumpers
- LDR
- Resistores 10k e 220 ohms
- Pushbutton
- Motor DC 3v
- Emissor laser
- Miniplaca de energia solar de 5v
- Sensor de efeito hall
- Servomotor
- Makey Makey
- Papel-alumínio
- Materiais reaproveitados: papelão, embalagens, hélices (adquiridas em embalagens de doces) e papéis diversos.

Importante ressaltar que o papel do professor é essencial para o desenvolvimento da atividade. Entendemos que o professor não é apenas o facilitador da atividade, pois tem o importante papel de designer da atividade. Cabe a ele conceber o ambiente, criar estratégias desafiadoras e instigantes, criando um ambiente propício para o desenvolvimento de aprendizagens criativas, sendo capaz de propor criações e adaptações, de acordo com as necessidades que possam surgir.

Como desdobramento deste trabalho, verificamos a necessidade de que tais questões sejam abordadas na formação de professores. Consideramos pertinente que uma proposta de formação leve em conta os conhecimentos relativos ao Ensino de Ciências para crianças e a integração das tecnologias ao currículo escolar, dentro de uma proposta construcionista, favorecendo o desenvolvimento de projetos em que os alunos possam partir de “pisos baixos” e seguir por diversos caminhos avançando em seus conhecimentos pela atuação na ZDP, propiciada pelas parcerias.

Uma estratégia poderia ser vincular a exploração de materiais, a vivência com situações de desafios e práticas “mão na massa”, atreladas à aprendizagem criativa em um contexto de sala de aula. Uma simples oficina não nos parece

suficiente para desenvolver uma prática autônoma, porém, uma formação bem estruturada com um acompanhamento das atividades realizadas e observações com devolutivas periódicas pode ser um caminho possível.

Referências

ALIMISIS, Dimitris; KYNIGOS, Chronis. Constructionism and robotics in education. In: ALIMISIS, Dimitris (ed.) **Teacher Education on Robotics-Enhanced Constructivist Pedagogical Methods**. School of Pedagogical and Technological Education: Patras, Grécia. 2009. p. 11-26.

ALMEIDA, Maria Elizabeth Bianconcini de; VALENTE, José Armando. Integração currículo e tecnologias e a produção de narrativas digitais. **Currículo sem Fronteiras**: revista da Associação Brasileira do Currículo – ABdC, v. 12, n. 3, p. 57-82, Set/Dez. 2012.

ALVES, Lynn Rosalina Gama. **Game over**: jogos eletrônicos e violência. 2004. 249 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, UFBA, Salvador, 2004.

_____. Relações entre os jogos digitais e aprendizagem: delineando percurso. **Revista Educação, Formação & Tecnologias**: revista da Associação Portuguesa de Telemática Educativa – EDUCOM-APTE, vol.1, n. 2, pp. 3-10, nov., 2008. Disponível em: <<http://eft.educum.pt/index.php/eft/article/download/58/38>>. Acesso em: 22 jan. 2017.

AMARAL, Ricardo Ribeiro do; NÓBREGA, Heloisa Flora Brasil Bastos. O Roleplaying Game na sala de aula: uma maneira de desenvolver atividades diferentes simultaneamente. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**: revista da Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciência – ABRAPEC, vol. 11, n.1, p. 103-122. 2011.

ANTUNES, Adriana Maria; SABÓIA-MORAIS, Simone Maria Teixeira. O jogo educação e saúde: uma proposta de mediação pedagógica no Ensino de Ciências. **Revista Experiências em Ensino de Ciências**: revista do Instituto de Física da UFMT, Mato Grosso, v.5, n.2, pp. 55-70, 2010.

ARCOVERDE, Rossana Delmar de Lima. Prática de letramento no ambiente digital. **Revista Língua Escrita**: revista do Centro de Alfabetização, Leitura e Escrita – CEALE da UFMG - Faculdade de Educação, n.1, jan-abr, (2007). Belo Horizonte: FaE/UFMG, 2007.

AULER, Décio. Novos Caminhos para a Educação CTS: ampliando a participação. In: **CONGRESSO ESOCITE**, 2011, Curitiba. *Anais eletrônicos...* Curitiba: UTFPR, 2011. Disponível em: <<http://www.esocite.org.br/eventos/tecsoc2011/cd-anais/arquivos/pdfs/artigos/gt003-novoscaminhos.pdf>> Acesso em: 26 maio 2016.

BASTOS, Bruno Leal, BORGES, Marcos e D'ABREU, João Vilhete Viegas. Scratch, Arduino e o Construcionismo: ferramentas para a educação. In: **SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA EDUCACIONAL DE ARAUCÁRIA “DESAFIOS E POSSIBILIDADES PARA TECNOLOGIA EDUCACIONAL”**, Araucária: SMED, 2010, *Anais...* Disponível em: <<http://www.ft.unicamp.br/liag/robotica/downloads/a12.pdf>>. Acesso em: 26 maio 2016.

BOGDAN, Robert; BIKLEN, Sari. Investigação qualitativa em Educação: fundamentos, métodos e técnicas. In: _____; (Orgs.) **Investigação qualitativa em educação**. Portugal: Porto Editora, 1994.

BOMFOCO, Marco Antônio; AZEVEDO, Victor de Abreu. Jogos eletrônicos em foco: encontros entre os princípios de aprendizagem e as inteligências múltiplas. **Revista Novas Tecnologias na Educação**. UFRGS, v. 11, n. 1, p. 1-11, jul., 2013. Disponível em: < <http://seer.ufrgs.br/renote/article/view/41621>> Acesso em: 07 out. 2014.

BRAGA, Rodrigo Gomes; MATOS, Santer Alvares de. Kronus: refletindo sobre a construção de um jogo com viés investigativo. **Revista Experiências em Ensino de Ciências**: revista do Instituto de Física da UFMT, Mato Grosso, v.8, n.2, p. 1-19, agosto. 2013.

BUCKINGHAM, David; BURN, Andrew. Game literacy in theory and practice. In: **Journal of Educational Multimedia and Hypermedia**: revista virtual da Association for the Advancement of Computing in Education. AACE, Norfolk, n.16, v.3, p.323-349, 2007.

BUCKINGHAM, David. Cultura Digital, Educação Midiática e o Lugar da Escolarização. **Revista Educação & Realidade**: revista da Faculdade de Educação da UFRGS, Porto Alegre, v. 35, n. 3, p. 37-58, set./dez., 2010. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/edu_realidade>. Acesso em: 12 jun. 2015.

BURD, Leo. **Desenvolvimento de Software para Atividades Educacionais**. Universidade Estadual de Campinas, Brasil. 1999. 241 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica e da Computação) – Faculdade de Engenharia Elétrica e da Computação. Unicamp, Campinas, 1999. Disponível em: <http://web.media.mit.edu/~leob/tese_total.pdf>. Acesso em: 26 maio 2016.

BUZATO, Marcelo El Khouri. Sobre a necessidade de letramento eletrônico na formação de professores: o caso Teresa. In: Cabral, L.G; Souza, P; Lopes, R.E.V; Pagotto, E.G. (Orgs.). **Linguística e ensino**: novas tecnologias. Blumenau: Nova Letra, 2001a. p. 229-267.

CANDELA, Antonia. A construção discursiva de contextos argumentativos no ensino de ciências. In: COLL, Cesar. & EDWARDS, Derek. (Orgs.) **Ensino, aprendizagem e discurso em sala de aula**. Porto Alegre: ArtMed, 1998. p. 143 – 169.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Introduzindo os alunos no universo das Ciências. In: WERTHEIN, J.; CUNHA, C. (Orgs.). **Ensino de Ciências e desenvolvimento**: o que pensam os cientistas. 2.ed. Brasília: UNESCO, Instituto Sangari, 2009. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001859/185928por.pdf>>. Acesso em: 26 jun. 2016.

CHAVES, Alaor Silvério. Educação para a Ciência e a Tecnologia. In: WERTHEIN, J.; CUNHA, C. (Orgs.). **Ensino de Ciências e desenvolvimento**: o que pensam os cientistas. 2.ed. Brasília: UNESCO; Instituto Sangari, 2009. Disponível em <<http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001859/185928por.pdf>>. Acesso em: 26 jun. 2016.

CONTIER, Djana; MARANDINO, Martha. Ciência-Tecnologia-Sociedade, Comunicação pública da Ciência, Controvérsia científica: aproximação de referenciais para análise de exposições nos museus de Ciências. In: PINTO, Gisnaldo, Amorim. (Org). **Divulgação Científica e Práticas Educativas**. 1ed. Curitiba: Editora CRV, 2010. p.115-131.

CROOK, Stamati. Embedding Scratch in the Classroom. In: **International Journal of Learning and Media**. Massachusetts: MIT. Vol. 1, No. 4, Pages 17-21, 2009.

DASGUPTA, Sayamindu; HALE, William; MONROY-HERNANDEZ, Andres; HILL, Benjamin Mako. Remixing as a pathway to Computational Thinking. In: **ACM DIGITAL LIBRARY**: revista virtual da Association For Computing Machinery, San Francisco, CA, USA. Disponível em <<https://dam-prod.media.mit.edu/x/files/papers/appropriation-cscw2016.pdf>>. Acesso em: 10 ago. 2016.

DEMO, Pedro. Habilidades do Século XXI. **Boletim Técnico do SENAC**, Rio de Janeiro, v. 34, n.2. p. 4-15, 2008. Disponível em: <<http://www.oei.es/pdf2/habilidades-seculo-xxi.pdf>> Acesso em: 03. abr. 2015.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André. **Metodologia do ensino de Ciência**. São Paulo: Cortez, 1990.

FIORIN, José Luiz. **Introdução ao pensamento de Bakhtin**. São Paulo: Ática, 2006.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários a prática educativa. 39ª edição. São Paulo: Paz e Terra, 2009.

FUMAGALLI, L. O ensino das Ciências Naturais no nível Fundamental da Educação Formal: Argumentos a seu favor. In: WEISSMANN, Hilda (Org). **Didática das Ciências Naturais**: Contribuições e reflexões. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

FREED, Natalie; QI, Jie; SETAPEN, Adam; BREAZEAL, Cynthia; BUECHLEY, Leah; RAFFLE, Hayes. Sticking together: handcrafting personalized communication interfaces. In: **Proceedings of the 10th International Conference on Interaction Design and Children (IDC)**, Ann Arbor, Michigan, pp. 238-241, 2011.

FU, Fong-Ling; SU, Rong-Chang; YU, Sheng-Chin. EGameFlow: A scale to measure learners' enjoyment of e-learning games. Revista **Computers & Education**, 2009, v.52, Issue 1, p. 101–112. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2008.07.004>>. Acesso em: 26 jun. 2016.

GEE, James Paul. **What video games have to teach us about learning and literacy**. New York: Palgrave Macmillan, 2007.

GOLDEMBERG, José. Educação científica para quê? In: WERTHEIN, J; CUNHA, C. (Orgs.). **Ensino de Ciências e desenvolvimento**: o que pensam os cientistas. 2.ed. Brasília: UNESCO; Instituto Sangari, 2009. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001859/185928por.pdf>>. Acesso em: 26 jun. 2016.

HAMBURGER, Ernst W. Apontamentos sobre o Ensino de Ciências nas séries escolares iniciais. **Revista Estudos Avançados** [online]: revista da Faculdade de Educação da USP, São Paulo, v.21, n.60, p.93-104, 2007.

HAREL, Idit. **Children designers**: Interdisciplinary constructions for learning and knowing mathematics in a computer-rich school. Ablex, Norwood, New Jersey, 1991.

HEDEGAARD, Mariane. A zona de desenvolvimento proximal como base para o ensino. In: HARRY, Daniels (Org.) **Uma introdução a Vigotski**. Ed. Loyola, 2013.

KAFAI, Yasmin B. **Minds in play**: computer game design as a context for children's learning. Hillsdale, Lawrence Erlbaum Associates, 1995.

_____. Playing and making games for learning: Instructionist and Constructionist perspectives for Game Studies. **Sage Publications**: Game and Culture, v.1, n.1, jan. p.36-40. 2006. Disponível em: <http://faculty.arts.ubc.ca/emeyers/LIBR559B/readings/Kafai_2006.pdf> Acesso em: 22 jan. 2017.

KASHIWAKURA, Eduardo Yukio. **Jogando e aprendendo**: um paralelo entre videogames e habilidades cognitivas. 2008. 103 f. Dissertação (Mestrado em Mídias Digitais) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2008.

LOPES, Nuno; OLIVEIRA, Isolina. Videojogos, Serious Games e Simuladores na Educação: usar, criar e modificar. **Revista Educação, Formação & Tecnologias**, v. 6, n.1. p. 4-20. 2013. Disponível em: <<http://eft.educom.pt/index.php/eft/article/view/346/176>>. Acesso em: 22 jan. 2017.

LORENZETTI, Leonir. **Alfabetização científica no contexto das séries iniciais**. 2000. 138 f. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis-SC. 2000.

_____; DELIZOICOV, Demétrio. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. **Revista ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências**: revista do Centro de Ensino de Ciências e Matemática da UFMG, Belo Horizonte, v.03 n.01. p.45-61. jan-jun. 2001.

_____; VIECHENESKI, Juliana Pinto; CARLETTO, Marcia Regina. Desafios e práticas para o Ensino de Ciências e alfabetização científica nos anos iniciais do ensino fundamental. **Revista Atos De Pesquisa Em Educação**: revista do Programa de Pós-graduação em Educação da FURB, Blumenau, v. 7, n. 3, p. 853-876, set./dez. 2012.

MACHADO, Nilson J. Qualidade da educação: cinco lembretes e uma lembrança. **Revista Estudos Avançados** [online]: revista da Faculdade de Educação da USP, São Paulo, v. 21, n. 61 (2007). Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/eav/article/view/10280>>. Acesso em: 26 jun. 2016.

MACHADO, Priscila Maria Sousa; QUEIROZ, José Rildo de Oliveira. Ensino de Ciências nos anos iniciais: despertando competências conceituais e atitudinais. In: **X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC**: ABRAPEC, Águas de Lindóia. *Anais...* Nov. 2015.

MALACARNE, V; Strieder, D. O desvelar da Ciência nos anos iniciais do ensino fundamental: um olhar pelo viés da experimentação. **Revista Vivências**: revista eletrônica de extensão da URI, Alto Uruguai, vol.5, n.7, p.75-85, Maio/2009. Disponível em: <http://www.reitoria.uri.br/~vivencias/Numero_007/artigos/artigos_vivencias_07/Artigo_10.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2016.

MALAFAIA, Guilherme; RODRIGUES, Aline Sueli de Lima. Uma reflexão sobre o Ensino de Ciências no nível fundamental da educação. **Revista Ciência&Ensino**: revista da Faculdade de Educação da UNICAMP, Campinas, v. 2, n. 2, junho de 2008. Disponível em: <<http://prc.ifsp.edu.br/ojs/index.php/cienciaeensino/article/download/181/140>> Acesso em: 18 set. 2014.

MARANDINO, Martha; et al. **Tendências teóricas e metodológicas no Ensino de Ciências**. In: IV ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM PESQUISA EM CIÊNCIAS DE BAURU, 2003, BAURU. *Anais...* Bauru: IV ENEPC. Disponível em: <http://disciplinas.stoa.usp.br/pluginfile.php/349832/mod_resource/content/1.pdf> Acesso em: 26 maio 2016.

MATTAR, João. **Games em educação**: como os nativos digitais aprendem. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

MEGID NETO, Jorge. Gêneros de trabalho científico e tipos de pesquisa. In: KLEINKE, Maurício Urban; MEGID NETO, Jorge (Orgs.). **Fundamentos de matemática, Ciências e informática para os anos iniciais do ensino fundamental**. Campinas, SP: FE/UNICAMP, 2011. p. 125-132.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. **O desafio do conhecimento**: pesquisa qualitativa em saúde. 7. ed. São Paulo: Hucitec; Rio de Janeiro: Abrasco, 2000.

MIZUKAMI, M. G. N.; et al. **Escola e aprendizagem da docência**: processos de investigação e formação. São Carlos: EdUFSCar, 2002.

NIGRO, Rogério Gonçalves; AZEVEDO, Maria Nizete. Elementary science education: profile of a group of teachers experiencing continuous formation in a scientific literacy context. **Revista Ciência e Educação**: revista da Faculdade de Ciências da UNESP, Bauru, v. 17, n. 3, p. 705-720, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132011000300012&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 21 jun. 2016.

NOGUEIRA, Maria José et al. Shared creation of a game: a tool for dialogue about sexuality developed with adolescents. **Revista Ciência e Educação**: revista da Faculdade de Ciências da UNESP, Bauru, v. 17, n. 4, p. 941-956, 2011.

ORO, Neuza Terezinha; PAZINATO, Ariane Mileidi; TEIXEIRA, Adriano Canabarro; GROSS, Adler Jonas. A Olimpíada de Programação de Computadores para Estudantes do Ensino Fundamental: A interdisciplinaridade por meio do software

Scratch. In: **XXI WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA (WIE)** 2015. Maceió. *Anais...* Maceió: UFAL/ IFAL: WIE 2015. Disponível em: <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/wie/article/view/5000/3410>>. Acesso em: 26 maio 2016.

OVIGLI, Daniel Fernando Bovolenta; BERTUCCI, Monike Cristina Silva. A formação para o Ensino de Ciências Naturais nos currículos de pedagogia das instituições públicas de ensino superior paulistas. **Revista Ciências & Cognição**: revista do Núcleo de Divulgação Científica e Ensino de Neurociência (NUDCEN) da UFRJ, Rio de Janeiro, vol. 14. n. 2. p.194-209. 2009. Disponível em: <http://www.cienciasecognicao.org/pdf/v14_2/m318349.pdf > Acesso em: 26 jun. 2016.

PAPERT, Seymour. Logo: **Computadores e educação**. São Paulo: Editora Brasiliense, 1985.

_____. **A máquina das crianças**: repensando a escola na era da informática. Porto Alegre: Artmed, 2008.

PARUSSOLO, Angélica Priscila; LOMBARDE, Washington; BARON, Alessandra Machado. Galinho do tempo: um jogo didático para auxiliar o ensino-aprendizagem do conteúdo equilíbrio químico no ensino médio. **Revista Experiências em Ensino de Ciências**: revista do Instituto de Física da UFMT, Mato Grosso, v.10, n. 1, p. 141-146, abril 2015.

PAULA, Bruno Henrique de. **Jogos digitais como artefatos pedagógicos**: o desenvolvimento de jogos digitais como estratégia educacional. 2015. 243 f. Dissertação (Mestrado em Artes Visuais) – Instituto de Artes, UNICAMP, Campinas, 2015.

QI, Jie. **The Fine Art of Electronics**: Paper-based Circuits for Creative Expression. Revista DSpace@MIT: revista do departamento de Artes midiáticas e Ciências do Instituto de Tecnologia de Massachussets, September 2012.

REES, Carol. Desenvolvendo a consciência das conexões entre Ciência, Tecnologia e Ambiente pela participação em uma abordagem do currículo como jogo. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**: revista da Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciência – ABRAPEC, vol. 14, n.2, 2014.

RESNICK, Mitchel. **Designing for Wide Walls**. Agosto de 2016. Disponível em: <<https://design.blog/2016/08/25/mitchel-resnick-designing-for-wide-walls/>>. Acesso em: 26 ago. 2016.

_____. Give P's a Chance: Projects, Peers, Passion, Play. **Constructionism and Creativity conference**, opening keynote. Vienna, 2014.

ROMANATTO, Mauro Carlos; VIVEIRO, Alessandra A. Alfabetização científica: um direito de Aprendizagem. In: BRASIL. Secretaria de Educação Básica. Diretoria de Apoio à Gestão Educacional. **Pacto Nacional pela Alfabetização na Idade Certa**. Ciências da Natureza no Ciclo de Alfabetização. Caderno 08. Brasília: MEC, SEB, 2015. p. 7-16.

SILVER, Jay; ROSENBAUM, Eric. **MaKey MaKey. An Invention Kit for Everyone.** MIT Media Lab's Lifelong Kindergarten, 2016. Disponível em: <<http://web.media.mit.edu/~ericr/makeymakey/>> Acesso em: 25 maio 2016.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. Tomada de decisão para ação social responsável no Ensino de Ciências. **Revista Ciência & Educação:** revista da Faculdade de Ciências da UNESP, Bauru, v.7, n.1, p.95-111, 2001.

_____. Contextualização no Ensino de Ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Revista Ciência & Ensino:** revista da Faculdade de Educação da UNICAMP, Campinas, vol. 1, n. esp., nov., 2007.

_____; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Revista ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências:** revista do Centro de Ensino de Ciências e Matemática da UFMG, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, dez., 2002.

SCARDAMALIA, Marlene; BEREITER, Carl. (in press). Knowledge Building. In: **Encyclopedia of Education**, Second Edition. New York: Macmillan Reference, USA. Disponível em: <<http://www.ikit.org/fulltext/inpressKB.pdf>>. Acesso em: 16 ago. 2016.

SHIMOHARA, Cintia; SOBREIRA, Elaine. Criando Jogos Digitais para a aprendizagem de matemática no ensino fundamental I. In: **WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA**, Maceió. 2015. *Anais...* Maceió: UFAL/ IFAL: WIE 2015. Disponível em: <DOI: <http://dx.doi.org/10.5753/cbie.wie.2015.72>> Acesso em: 22 jan. 2017.

SHORES, Elizabeth F; GRACE, Cathy. **Manual de Portfólio:** um guia passo a passo para professores. Porto Alegre: Artmed, 2001.

SOARES, Magda. Novas Práticas de Leitura e Escrita: Letramento na Ciberultura. **Revista Educação e Sociedade:** revista da Faculdade de Educação da UNICAMP, Campinas, v.23, p. 143-160, dez., 2002.

SOBREIRA, Elaine; SHIMOHARA, Cintia; ITO, Olavo. Potencializando a programação de jogos digitais de matemática através do Scratch e da avaliação Game Flow. In: **WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA**, Uberlândia. 2016. *Anais...* Uberlândia: UFU: WIE 2016. Disponível em: <DOI: 10.5753/cbie.wie.2016.436> Acesso em: 22 jan. 2017.

SURMAN, Mark. **Alfabetização digital é porta de entrada para o século 21.** Folha de São Paulo, Fevereiro de 2013. Disponível em <<http://www1.folha.uol.com.br/tec/1223970-alfabetizacao-digital-e-porta-de-entrada-para-o-seculo-21-diz-diretor-da-mozilla.shtml>>. Acesso em: 18 set. 2014.

TRIVIÑOS, Augusto Nibaldo Silva. **Introdução à pesquisa em Ciências sociais:** a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas, 1987.

UNESCO. **Ensino de Ciências: o futuro em risco**. Série Debates VI, 2005. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001399/139948por.pdf>> Acesso em: 26 jun. 2016.

VALSINER, Jaan. **Developmental psychology in the Soviet Union**. Sussex: Harvester. 1988.

VARGENS, Marta Moniz Freire; NIÑO-EL-HANI, Charbel. Análise dos efeitos do jogo Clipsitacídeos (Clipbirds) sobre a aprendizagem de estudantes do ensino médio acerca da evolução. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências: revista da Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciência – ABRAPEC**, 2011, vol. 11, n. 1, p. 143-168, 2011.

VALENTE, José Armando. Prefácio. In: PAPERT, Seymour. **Logo: Computadores e educação**. São Paulo: Editora Brasiliense, 1980.

_____. (org.). **O computador na sociedade do conhecimento**. Campinas: UNICAMP/NIED, 1999.

VIVEIRO, Alessandra Aparecida; ZANCUL, Maria Cristina de Senzi. Perspectivas para a formação de professores dos anos iniciais da escolarização em relação aos conteúdos de Ciências. In: GOIS, Jackson (Org.). **Metodologias e Processos Formativos em Ciências e Matemática**. 1.ed. São Paulo: Paco Editorial, 2014. p. 9-26.

VIGOTSKI, Lev Semenovich. **A formação social da mente**. 7ª edição. São Paulo: Martins Fontes Editora. 2007.

_____. **Pensamento e Linguagem**. Edição Ridendo Castigat Mores. Versão para eBook. eBooks Brasil. 2001.

WEISSMANN, Hilda. **Didática das Ciências Naturais: contribuições e reflexões**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

WISKE, Martha Stone et al. **Ensino para a compreensão: a pesquisa na prática**. Porto Alegre: Artmed, 2007.

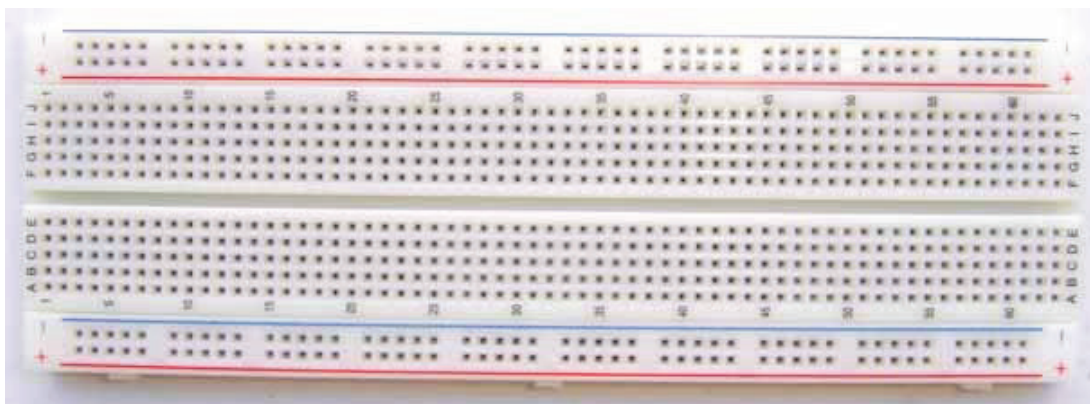
ZANON, Dulcimeire A. V.; FREITAS Denise de. A aula de Ciências nas séries iniciais do ensino fundamental: ações que favorecem a sua aprendizagem. **Revista Ciências & Cognição: revista do Núcleo de Divulgação Científica e Ensino de Neurociência (NUDCEN) da UFRJ**, Rio de Janeiro, 2007, vol 10, (93-103). Disponível em <<http://www.cdcc.usp.br/maomassa/doc/m317150.pdf>>. Acesso em: 26 jun. 2016.

ZABALA, Antoni (Org.). **Como trabalhar os conteúdos procedimentais em aula**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1999.

Apêndices

Apêndice A – Componentes utilizados com o Arduino

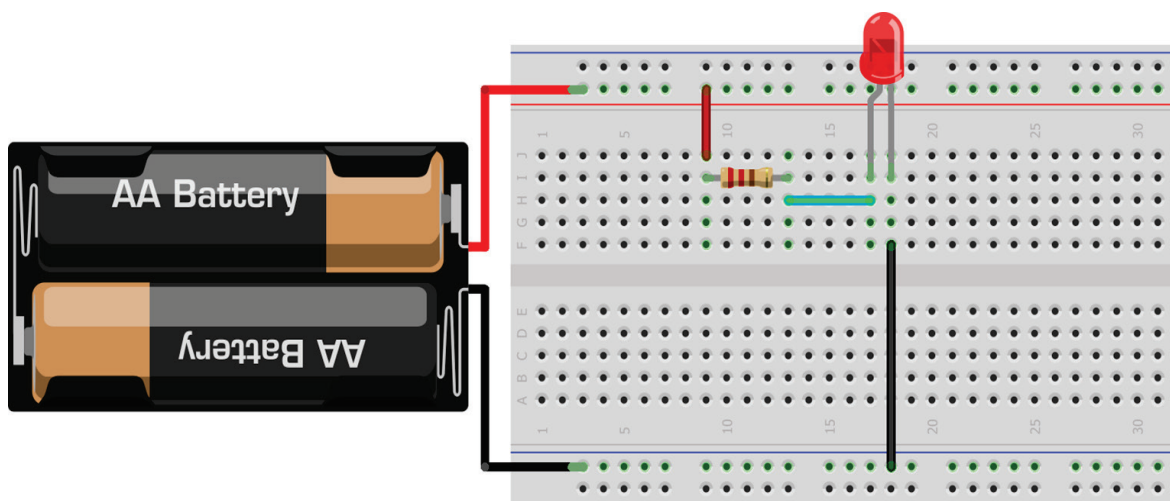
Protoboard



Fonte: <<http://www.forosdeelectronica.com/f27/aprender-montar-circuito-protoboard-535/>>

A Protoboard é formada por uma base plástica com orifícios conectados internamente que permitem a montagem de circuitos sem a utilização de solda dos componentes eletrônicos, o que constitui uma questão de segurança para utilização com alunos dos anos iniciais. Essa configuração facilita a montagem de protótipos de circuitos eletrônicos e execução de testes, pois todos os componentes podem ser colocados e retirados da placa com muita facilidade.

A seguir, demonstramos o exemplo de ligação de uma Protoboard:



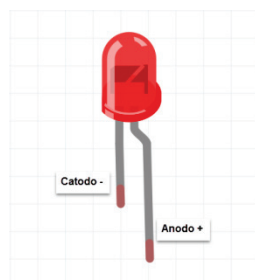
Fonte: Autoria própria utilizando o programa Fritzing.

A utilização de sensores e atuadores facilita o desenvolvimento do trabalho envolvendo conceitos de energia com estudantes dos anos iniciais. Por exemplo,

pode-se trabalhar com a construção de circuitos que envolvem a ligação de polos positivos e negativos, acendendo LEDs, fazendo a leitura de sensores e ligando dispositivos por meio de placas de energia solar ou funcionamento de motores, permitindo que os alunos possam manipular e visualizar em tempo real as ligações e reações decorrentes dessas ligações. A seguir, realizamos uma breve descrição destes componentes e os circuitos eletrônicos montados com eles.

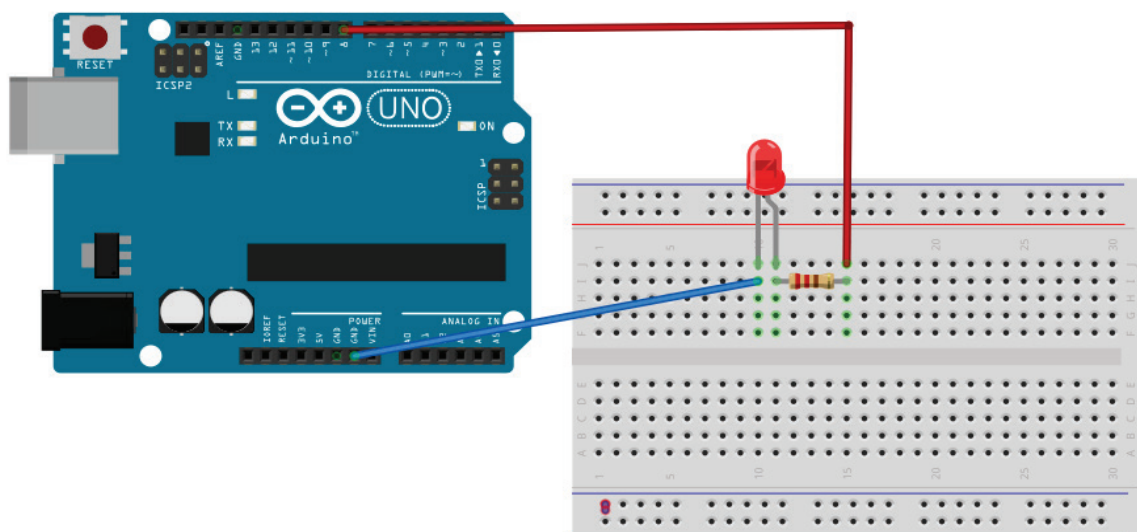
Atuadores utilizados com o Arduino (LED e Motores)

O LED (Light Emitting Diode), ou diodo emissor de luz, em português, é usado para a emissão de luz, especialmente em produtos de microeletrônica. Possui dois terminais, sendo o maior para ligação positiva e o menor para ligação negativa. A seguir, ilustramos um dos modelos existentes de LED:



Fonte: Imagem de autoria própria, criada no programa Fritzing.

A ligação do LED para programação em uma placa Arduino é realizada conforme demonstrado na ilustração abaixo:



Fonte: Imagem de autoria própria, criada utilizando o programa Fritzing.

4 Band - Code

2 % , 5 % , 10 % 560 kΩ ± 5 %

COR	1ª BANDA	2ª BANDA	3ª BANDA	MULTIPLICADOR	TOLERANCIA
PRETO	0	0	0	1Ω	
MARROM	1	1	1	10Ω	±1% (F)
VERMELHO	2	2	2	100Ω	±2% (G)
LARANJA	3	3	3	1KΩ	
AMARELO	4	4	4	10KΩ	
VERDE	5	5	5	100KΩ	±0,5% (D)
AZUL	6	6	6	1MΩ	±0,25% (C)
VIOLETA	7	7	7	10MΩ	±0,1% (B)
CINZA	8	8	8		±0,05%
BRANCO	9	9	9	www.feiradeciencias.com.br	
DOURADO				0,1	±5% (J)
PRATEADO				0,01	±10% (K)

5 Band - Code

0,1 % , 0,25 % , 0,5 % , 1 % 237Ω ± 1 %

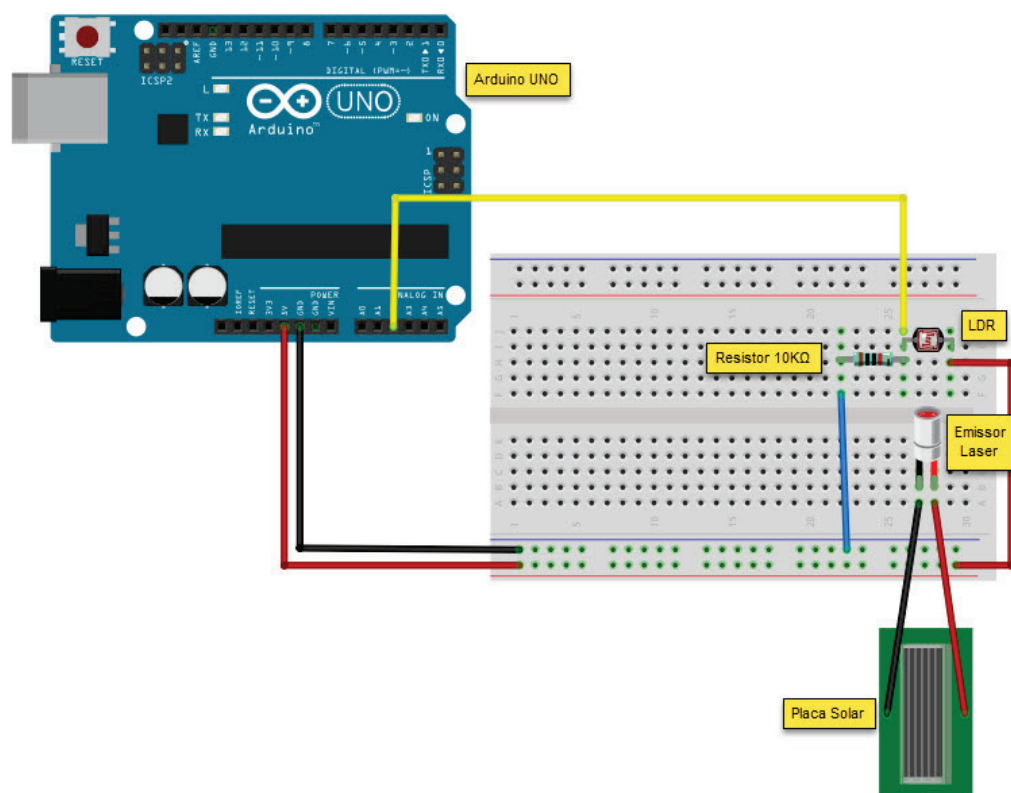
Fonte: <http://profsolimar.blogspot.com.br/2012/02/tabela-de-cores-para-resistores.html>

Sensores utilizados com o Arduino

Um sensor é um componente ou dispositivo eletrônico que, quando ativado/acionado, nos fornece algum valor. Os sensores que possuem apenas valores verdadeiros ou falsos são conectados na placa Arduino pelas portas digitais, as quais apenas conseguem identificar valores “1” ou “0”. Enquanto que os sensores que fazem leitura de valores variados são conectados nas portas analógicas do Arduino.

Como exemplo de sensores digitais, podemos citar o sensor de presença que nos fornece “Verdadeiro” quando alguém está no recinto, ou “Falso” caso não tenha ninguém. Enquanto que o sensor de temperatura, analógico, nos fornece um valor com o qual podemos verificar a temperatura do ambiente.

O LDR - *Light Dependent Resistor*, ou “Sensor de luminosidade” é um outro exemplo de sensor analógico, que fornece um valor em função da intensidade da incidência de luz detectada. Esse valor pode variar de 0 (escuridão total) a 1023 (muita luz).



Fonte: Imagem de autoria própria, criada utilizando o programa Fritzing.

Apêndice B – Atividade coletiva

Eletrodomésticos e resultado que a energia proporciona

Vamos verificar as respostas dadas por vocês e, em seguida, vamos preencher com o nome das formas de energia:

Local	Aparelho	Tipo de energia que utiliza	Gera o que?	Formas de energia resultante
Banheiro	Chuveiro	Elétrica	Água Quente	Térmica
Banheiro	Descarga	Mecânica	Força	Cinética
Banheiro	Lâmpada	Elétrica	Luz	Luminosa
Banheiro	Chapinha	Elétrica	Calor	Térmica
Banheiro	Máquina De Barbear	Elétrica ou química	Movimento Da Lamina	Cinética
Banheiro	Secador	Elétrica	Calor	Térmica
Cozinha	Fogão	Elétrica (fogão elétrico) ou Química (gás)	Fogo	Térmica
Cozinha	Micro-ondas	Elétrica	Aquecimento	Cinética
Cozinha	Geladeira	Elétrica	Resfriamento	Térmica
Cozinha	TV	Elétrica	Imagem	Térmica, luminosa e sonora
Cozinha	Lâmpada	Elétrica	Luz	Luminosa
Cozinha	Rádio	Pilha e tomada	Som	Sonora
Garagem	Carro	Química	Gera movimento	Cinética
Garagem	Lâmpada	Energia elétrica	Gera luz	Luminosa
Garagem	Portão elétrico	Energia elétrica	O movimento	Cinética
Lavanderia	Máquina de lavar	Elétrica	Movimento	Cinética
Lavanderia	Tanquinho	Elétrica	Movimento	Cinética
Lavanderia	Lâmpada	Elétrica	Iluminação	Luminosa
Lavanderia	Secadora	Elétrica	Calor	Térmica
Quarto	Televisão	Energia elétrica	Imagem	Térmica, luminosa e sonora
Quarto	Rádio	Energia elétrica	Som	Sonora
Quarto	Videogame	Energia elétrica	Impulso elétrico	Elétrica
Quarto	Computador	Energia elétrica	Impulso elétrico	Elétrica

Local	Aparelho	Tipo de energia que utiliza	Gera o que?	Formas de energia resultante
Quarto	Celular	Bateria	Química	Térmica, luminosa e sonora
Quarto	DVD	Energia elétrica	Impulso elétrico	Térmica e cinética, impulso elétrico
Quarto	Despertador	Bateria - química	Vibração e som	Sonora
Quarto	Notebook	Bateria - química e elétrica	Imagens e som	Luminosa, sonora e impulso elétrico
Quarto	Carrinho de controle remoto	Bateria - química	Movimento e energia	Cinética e impulso elétrico
Quarto	Ventilador	Energia elétrica	Movimento e ventilação	Cinética
Sala	Televisão	Energia elétrica	Imagem	Térmica, luminosa e sonora
Sala	Ventilador	Energia elétrica	Ventilação	Cinética
Sala	Som	Energia elétrica	Música	Sonora
Sala	Controle	Pilha - química	Sinal	Luminosa
Sala	DVD	Energia elétrica	Vídeo	Térmica e cinética, impulso elétrico
Sala	Lâmpada	Energia elétrica	Luz	Luminosa
Sala	Videogame	Energia elétrica	Jogos	Elétrica

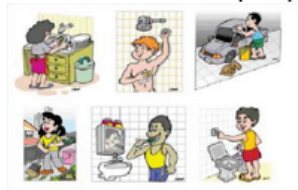
Apêndice C – Atividade dos grupos

Atitudes sugeridas pelo grupo 1:

Grupo 1:

Como podemos evitar o desperdício

- 1-Não deixar a torneira aberta enquanto escovas os dentes
- 2-Tomar banhos rápidos
- 3-Abrir a cortina durante o dia para evitar acender as luzes
- 4- Não deixar televisões ligadas em quanto não estiver utilizando
- 5-Não lavar carros com mangueiras
- 6-Evitar deixar aparelhos ligados em tomadas muito tempo (chapinha, ventilador etc)
- 7-Não ficar muito tempo com a geladeira aberta
- 8-Economizar água
- 9-verificar vazamentos de torneiras
- 10-evitar lavar roupa quase todos os dias



Atitudes sugeridas pelo grupo 2:

Grupo 2:

Como economizar energia

- 1- desligar a TV enquanto dorme.
- 2-desligar o micro-ondas enquanto ele não está no uso
- 3- desligar o vídeo game quando não está jogando.
- 4- feche a geladeira enquanto não está usando.
- 5- não deixe o ventilador ligado enquanto não estiver usando-o
- 6- não deixe o aparelho de DVD ligado enquanto não estiver usando
- 7- se estiver sol não acenda a lâmpada.

Atitudes sugeridas pelo grupo 3:

Grupo 3:

Como podemos evitar o desperdício?

1. não tomar banho por muito tempo .
2. não deixar a geladeira aberta .
3. não deixar a televisão ligada em quanto estiver dormindo.
4. não deixar a luz ligada durante o dia .
5. não deixe o ferro ligado .
6. não coloque o dedo na tomada .
7. não deixe o computador ligado em quanto não estiver usando .
8. não durma em quanto estiver tomando banho .
9. não deixe a televisão ligada quando for sair .
10. não deixe os eletrodomésticos ligados



Economize energia
Economize dinheiro
Seja SUSTENTÁVEL

Atitudes sugeridas pelo grupo 4:

Grupo 4:

Como podemos evitar o desperdício?

- 1-Tomar banho de 5 minutos.
- 2-Quando for dormir desligar os aparelhos da casa e as lâmpadas para economizar.
- 3-Fazer mais atividades físicas e ficar menos tempo em aparelhos.
- 4-Abrir as cortinas das janelas e não ligar as lâmpadas para economizar.
- 5-Quando for passar a roupa não deixar o ferro ligado.
- 6-Quando for pegar algum alimento na geladeira, quando for embora não deixe a geladeira aberta.
- 7-Evitar sair de casa sem desligar os aparelhos e luzes.
- 8-Evitar usar os aparelhos domésticos de casa.
- 9-Não deixe a torneira ligada em quando estiver escovando os dentes para economizar.
- 10-Quando o despertador te acordar, desligue-o.



Atitudes sugeridas pelo grupo 5:

Grupo 5:

Como podemos evitar o desperdício?

- 1- Não tomar banhos demorados.
- 2- Desligar a televisão após dar sono
- 3- Abrir as cortinas para entrar a luz solar.
- 4- Fechar a geladeira quando não estiver usando.
- 5- Apagar a luz quando estiver de dia.
- 6- Usar despertador a pilha.
- 7- Não deixar o ferro de passar roupa ligado quando não estiver usando.
- 8- Não ficar muito tempo em casa.
- 9- Não deixar muitas coisas ligadas ao mesmo tempo
- 10- Deixar os eletrônicos desligados em quanto está dormindo



Atitudes sugeridas pelo grupo 6:

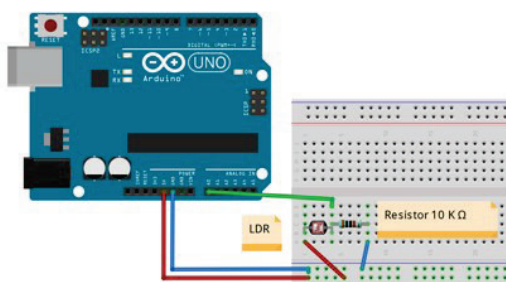
Grupo 6:

10 dicas de como economizar energia

- 1- Não demorar no banho.
- 2- Não deixar a geladeira aberta.
- 3- Quando terminar de passar roupa não deixar o ferro ligado.
- 4- Quando for dormir desligar a televisão.
- 5- Quando sair de casa apagar a luz.
- 6- Desligar os aparelhos depois de usar

Apêndice D - Fichas do Scratch 2.0 offline para programação da placa Arduino

PROGRAMANDO LDR



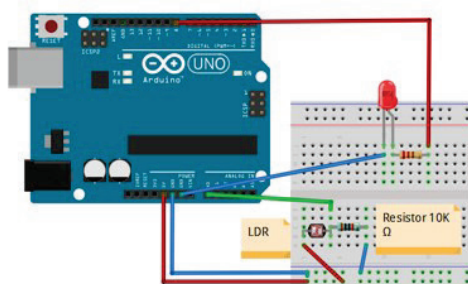
Crie uma variável "LDR"



Ative o Pino analógico conectado e Mude a variável LDR para leitura do Pino.



LED COM LDR



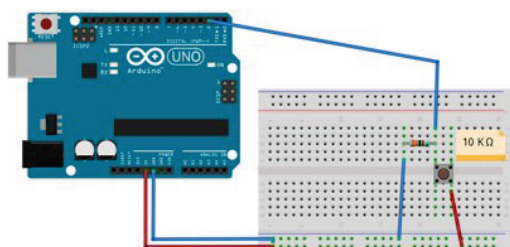
Programa o LED para acender quando a intensidade de luz detectada pelo LDR for baixa e apague quando ele detectar boa iluminação no ambiente.

```

quando clicar em
vá para x: 173 y: 57
Ativar PINO Digital 8 como Saída
sempre
se LDR < 500 então
  repita até que LDR > 500
  mude para a fantasia lamp on
  Valor Digital no PINO 8 mudar para 1
  mude para a fantasia lamp on
  Valor Digital no PINO 8 mudar para 1
senão
  mude para a fantasia lamp off
  Valor Digital no PINO 8 mudar para 0
  
```

Interaja com o Scratch mudando a fantasia dos seus personagens também!

PROGRAMANDO Pushbutton



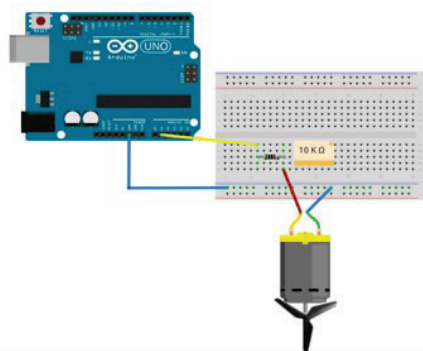
Programa um LED para acender sempre que o Pushbutton for ativado:

```

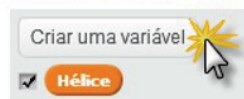
quando clicar em
Ativar PINO Digital 2 como Entrada
Ativar PINO Digital 8 como Saída
quando clicar em
sempre
se Ler PINO Digital 2 = 1 então
  mude Push para Ler PINO Digital 2
  Valor Digital no PINO 8 mudar para 1
senão
  mude Push para Ler PINO Digital 2
  Valor Digital no PINO 8 mudar para 0
  
```

Pino Digital 2 como entrada = Pushbutton e Pino digital 8 como Saída = LED.

Conectando Motores



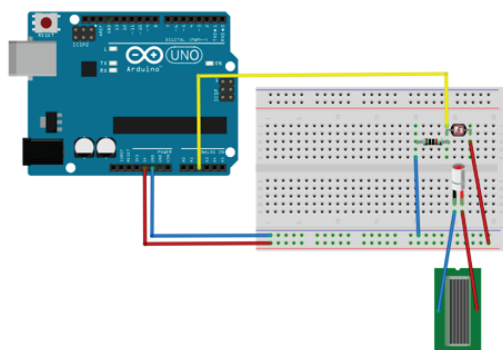
Crie um moinho eólico para gerar energia. Conecte e programe uma hélice no motor. Primeiramente, crie uma variável:



Toda vez que o motor for movimentado, ele poderá executar uma ação no Scratch



Placa DE ENERGIA SOLAR



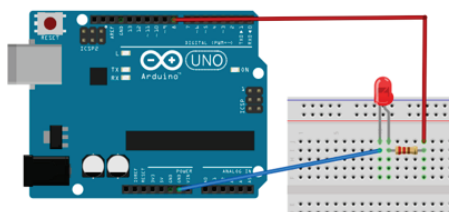
Alimente um laser pela placa de energia solar e conecte um LDR para captar o sinal



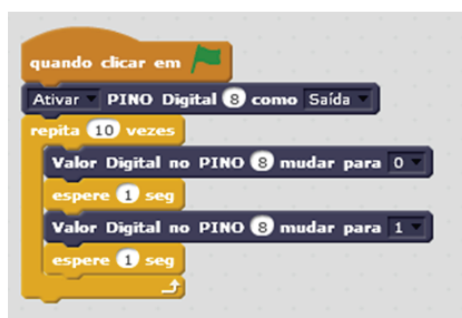
Somente o LDR será programado, pois o laser usará apenas a energia da placa solar



Piscando um LED



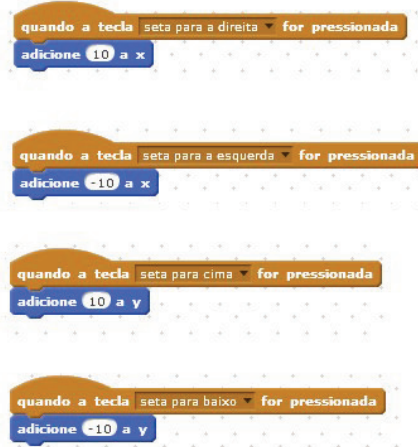
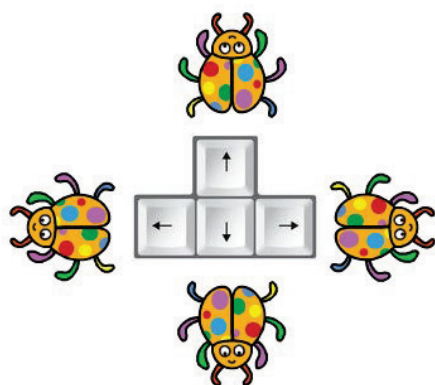
A cada 1 segundo o LED piscará, repetindo 10 vezes



Crie outras sequências, utilizando tempos diferentes no comando “espere”.

Mova com as setas

Mova seu personagem com as setas do teclado














Apêndice E – Atividade sobre condução de energia com Makey Makey



Aula – Condução de Energia - 18/05/2016

Verifique quais materiais vocês consideram que podem conduzir energia elétrica, em seguida, façam o teste com o Makey Makey:

Material:	Opinião antes do teste: Conduz energia?	O que o teste revelou? Conduz energia?
 Massa de modelar	() sim () não	() sim () não
 Tampinhas de garrafas PET	() sim () não	() sim () não
 Tampinhas de plásticos	() sim () não	() sim () não
 Água	() sim () não	() sim () não
 Clipes	() sim () não	() sim () não
 Bananas	() sim () não	() sim () não
 Argolinhas coloridas de latas	() sim () não	() sim () não
 Argolinhas de latas sem colorir	() sim () não	() sim () não
 Carretéis de linhas	() sim () não	() sim () não
 Palitos de sorvete	() sim () não	() sim () não
 Pessoas	() sim () não	() sim () não

Apêndice F – TCLE – Responsáveis legais

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Título da Pesquisa: A criação de jogos digitais nos anos iniciais do ensino fundamental:

Protagonismo e autoria infantil na aprendizagem de ciências

Pesquisadora Responsável: Elaine Silva Rocha Sobreira (Mestranda em Ensino de Ciências e Matemática - PECIM-UNICAMP)

Programa Multiunidades (Faculdade de Educação) - UNICAMP

Número do CAAE:

Prezado pai, mãe ou responsável legal do(a) aluno (a): _____

Os alunos matriculados na turma do ____º ano ____ da professora _____ estão convidados a participar como voluntários de uma Pesquisa de Mestrado desenvolvida pela pesquisadora Elaine Silva Rocha Sobreira em parceria com a professora desta turma. Este documento, chamado Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, visa assegurar seus direitos como participante e é elaborado em duas vias, uma que deverá ficar com você e outra com a pesquisadora responsável pela pesquisa.

Por favor, leia com atenção, aproveitando para esclarecer suas dúvidas. Se houver perguntas antes ou mesmo depois de assinar o Termo, você poderá esclarecê-las com a pesquisadora. Se preferir, pode levar para casa e consultar seus familiares ou outras pessoas antes de decidir autorizar a participação do aluno (a). Se você não quiser permitir a participação do aluno (a) ou retirar esta autorização a qualquer momento não haverá nenhum tipo de penalização ou prejuízo.

Esta é uma pesquisa sobre aprendizagem em Ciências nos anos iniciais do ensino fundamental, desenvolvida para a elaboração de uma dissertação de Mestrado junto à Faculdade de Educação da UNICAMP.

O objetivo da pesquisa é analisar o desenvolvimento da aprendizagem de ciências, por meio da criação de jogos digitais.

Nesta pesquisa serão propostas atividades relacionadas ao conteúdo desenvolvido pela professora da classe neste trimestre e envolverá busca e seleção de textos relacionados ao tema e elaboração e programação de um jogo digital.

Essas atividades serão integradas ao Projeto Pedagógico da escola e ao Plano Anual da professora.

No trabalho com as crianças a pesquisadora fará um diário registrando as atividades que as crianças realizaram e as discussões ocorridas no laboratório de informática. Serão efetuadas gravações em vídeo, entrevistas e fotografias das aulas, além da publicação dos jogos programados pelos alunos. Este material será usado exclusivamente para a pesquisa.

Os dados coletados na pesquisa serão confidenciais, ficando sob a guarda da pesquisadora em arquivo digital e somente serão divulgados trechos dos diários de campo e discussões realizadas que contribuírem para a interpretação e análise dos dados da pesquisa. Quando os dados forem divulgados na Dissertação de Mestrado da pesquisadora ou em artigos ou textos de divulgação científica que derivarem desta, as crianças e a escola serão identificados com códigos ou nomes fictícios.

As fotos, vídeos e demais registros que farão parte da coleta de dados serão armazenados pelos pesquisadores por cinco (5) anos a contar da publicação da pesquisa e depois serão destruídos. Toda a coleta de dados ocorrerá durante a rotina escolar do aluno e não haverá nenhum tipo de gastos extras.

Na pesquisa não há riscos previsíveis às crianças que serão convidadas a participar de maneira voluntária. A pesquisa terá a duração de quatro (4) meses.

Não há benefícios diretos para os alunos com essa pesquisa. Espera-se que a pesquisa traga benefícios indiretos aos participantes, contribuindo para uma melhor aprendizagem das crianças, com respeito aos assuntos abordados: conteúdos de ciências e programação.

Caso haja necessidade de contato com a professora e os demais pesquisadores responsáveis pela pesquisa, você pai, mãe ou responsável legal da criança poderá utilizar os e-mails e telefone indicados abaixo. Será garantido às crianças participantes e seus respectivos responsáveis quaisquer esclarecimentos sobre a pesquisa antes, durante e após a sua realização.

Será garantida plena liberdade ao participante da pesquisa, de recusar-se a participar ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma; bem como a manutenção do sigilo e da privacidade dos participantes da pesquisa durante todas as fases da pesquisa.

Responsabilidade do Pesquisador:

Asseguro ter cumprido as exigências da Resolução 466/2012 CNS/MS e complementares na elaboração do protocolo e na obtenção deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Asseguro, também, ter explicado e fornecido uma cópia deste documento ao participante. Informo que o estudo foi aprovado pelo CEP perante o qual o projeto foi apresentado. Comprometo-me a utilizar o material e os dados obtidos nesta pesquisa exclusivamente para as finalidades previstas neste documento ou conforme o consentimento dado pelo participante.

Não haverá qualquer tipo de ressarcimento material aos participantes.

Para maiores informações, dúvidas ou questionamentos entrar em contato com:

Pesquisadora responsável: Elaine Silva Rocha Sobreira

Rua Antônio Meneghetti, 390 – Terra Nova II – São Bernardo do Campo – SP

CEP: 09820-700

E-mail: elainesilvarocha@gmail.com - Telefone: (11) 98486-3964

Orientadora: Profª. Drª. Alessandra Aparecida Viveiro

Instituição: Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação

E-mail: aleviv@unicamp.br

Para denúncias ou reclamações referentes aos aspectos éticos da pesquisa entrar em contato com:

Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Estadual de Campinas

Rua: Tessália Vieira de Camargo, 126 - Caixa Postal 6111 13083-887 Campinas – SP

Fone (019) 3521-8936 Fax (019) 3521-7187 e-mail: cep@fcm.unicamp.br

Rubrica Representante Legal	Rubrica Pesquisadora Responsável

() AUTORIZO que meu filho(a) participe do presente estudo com gravação em vídeo e o registro com as fotografias necessárias para a realização da pesquisa.

() NÃO AUTORIZO que meu filho(a) participe do presente estudo com gravação em vídeo e o registro com as fotografias necessárias para a realização da pesquisa.

Elaine Silva Rocha Sobreira - Pesquisadora responsável

Local e data

Nome e Assinatura do Representante legal pelo aluno

Nome do aluno

Local e data

Apêndice G – TCLE – Professora da turma

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Título da Pesquisa: A criação de jogos digitais nos anos iniciais do ensino fundamental:

Protagonismo e autoria infantil na aprendizagem de ciências

Pesquisadora Responsável: Elaine Silva Rocha Sobreira (Mestranda em Ensino de Ciências e Matemática - PECIM-UNICAMP)

Programa Multiunidades (Faculdade de Educação) - UNICAMP

Número do CAAE:

Prezada professora: _____ da turma do ____º ano ____ você está sendo convidada a participar como parceira voluntária de uma Pesquisa de Mestrado desenvolvida pela pesquisadora Elaine Silva Rocha Sobreira. Este documento, chamado Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, visa assegurar seus direitos como participante e é elaborado em duas vias, uma que deverá ficar com você e outra com a pesquisadora responsável pela pesquisa.

Por favor, leia com atenção, aproveitando para esclarecer suas dúvidas. Se houver perguntas antes ou mesmo depois de assinar o Termo, você poderá esclarecê-las com a pesquisadora. Se preferir, pode levar para casa antes de decidir autorizar a sua participação. Se você quiser retirar esta autorização a qualquer momento não haverá nenhum tipo de penalização ou prejuízo.

Esta é uma pesquisa sobre aprendizagem em Ciências nos anos iniciais do ensino fundamental, desenvolvida para a elaboração de uma dissertação de Mestrado junto à Faculdade de Educação da UNICAMP.

O objetivo da pesquisa é analisar o desenvolvimento da aprendizagem de ciências, por meio da criação de jogos digitais.

Nesta pesquisa a pesquisadora, juntamente com você, deverá analisar os conteúdos de ciências que seus alunos estão trabalhando para propor um tema relacionado, desenvolvendo propostas de atividades que envolverá a busca e seleção de textos relacionados ao tema, pesquisa de conteúdos digitais e, elaboração e programação de um jogo digital pelos alunos. Esta atividade propiciará a produção de jogos digitais pelos alunos e o desenvolvimento da aprendizagem de ciências e de conhecimentos relacionados à programação.

Neste trabalho com a sua turma, faremos um diário registrando as atividades que as crianças realizaram e as discussões ocorridas no laboratório de informática. Serão efetuadas gravações em vídeo e fotografias das aulas, entrevistas, além da publicação dos jogos programados pelos alunos. Este material será usado exclusivamente para a pesquisa. Os

dados coletados na pesquisa serão confidenciais, ficando sob a guarda da pesquisadora em arquivo digital e somente serão divulgados trechos dos diários de campo e discussões realizadas que contribuam para a interpretação e análise dos dados da pesquisa. Quando os dados forem divulgados na Dissertação de Mestrado da pesquisadora ou em artigos ou textos de divulgação científica que derivarem desta, os alunos e a escola serão identificados com códigos ou nomes fictícios.

As fotos, vídeos e demais registros que farão parte da coleta de dados serão armazenados pela pesquisadora por cinco (5) anos a contar da publicação da pesquisa e depois serão destruídos. Toda a coleta de dados ocorrerá durante a rotina escolar do aluno e não haverá nenhum tipo de gastos extras.

Na pesquisa não há riscos previsíveis para você e nem para seus alunos que serão convidados a participar de maneira voluntária. A pesquisa terá a duração de quatro (4) meses.

Não há benefícios diretos para os participantes dessa pesquisa. Espera-se que a pesquisa traga benefícios indiretos aos participantes e contribua para uma melhor aprendizagem das crianças, com respeito aos assuntos abordados. Para a professora, contribuirá com a vivência em uma aplicação didática de atividade, abrindo possibilidades de trabalhar com programação de jogos em diferentes atividades com os alunos.

Caso haja necessidade de contato com os demais pesquisadores responsáveis pela pesquisa, você poderá utilizar os e-mails e telefone indicados abaixo. Será garantido quaisquer esclarecimentos sobre a pesquisa antes, durante e após a sua realização.

Será garantida plena liberdade ao participante da pesquisa, de recusar-se a participar ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma; bem como a manutenção do sigilo e da privacidade dos participantes da pesquisa durante todas as fases da pesquisa.

Responsabilidade do Pesquisador:

Asseguro ter cumprido as exigências da Resolução 466/2012 CNS/MS e complementares na elaboração do protocolo e na obtenção deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Asseguro, também, ter explicado e fornecido uma cópia deste documento ao participante. Informo que o estudo foi aprovado pelo CEP perante o qual o projeto foi apresentado e pela CONEP, quando pertinente. Comprometo-me a utilizar o material e os dados obtidos nesta pesquisa exclusivamente para as finalidades previstas neste documento ou conforme o consentimento dado pelo participante.

Não haverá qualquer tipo de ressarcimento material aos participantes.

Para maiores informações, dúvidas ou questionamentos entrar em contato com:

Pesquisadora responsável: Elaine Silva Rocha Sobreira

Rua Antônio Meneghetti, 390 – Terra Nova II – São Bernardo do Campo – SP

CEP: 09820-700

E-mail: elainesilvarocha@gmail.com - Telefone: (11) 98486-3964

Orientadora: Profª. Drª. Alessandra Aparecida Viveiro

Instituição: Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação

E-mail: aleviv@unicamp.br

Para denúncias ou reclamações referentes aos aspectos éticos da pesquisa entrar em contato com:

Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Estadual de Campinas

Rua: Tessália Vieira de Camargo, 126 - Caixa Postal 6111 13083-887 Campinas – SP

Fone (019) 3521-8936 Fax (019) 3521-7187 e-mail: cep@fcm.unicamp.br

() Eu ACEITO participar do presente estudo com gravação em vídeo e o registro com as fotografias necessárias para a realização da pesquisa.

() Eu NÃO ACEITO participar do presente estudo com gravação em vídeo e o registro com as fotografias necessárias para a realização da pesquisa.

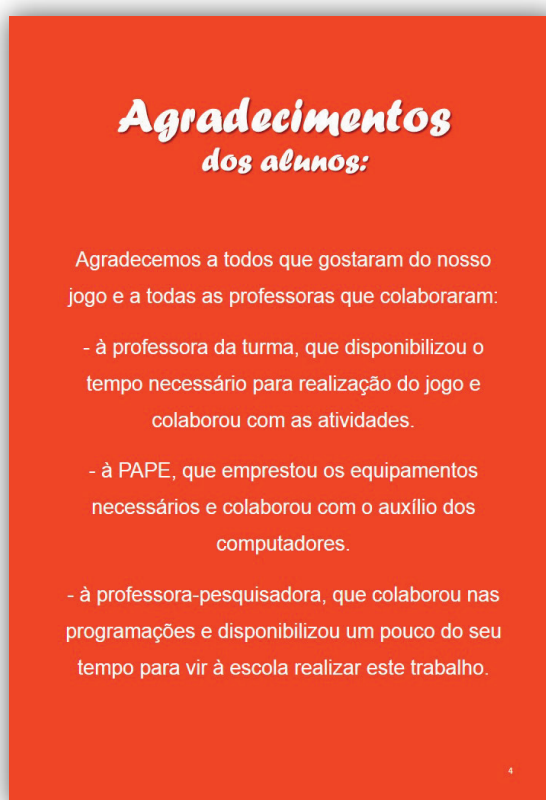
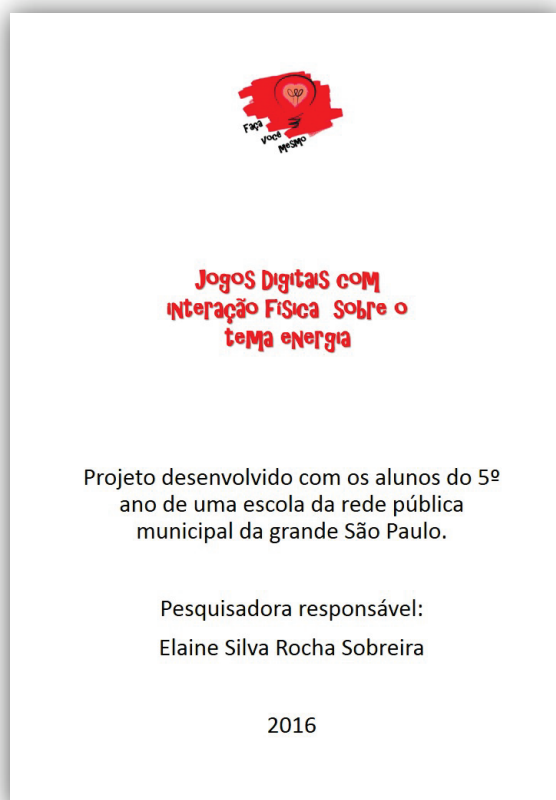
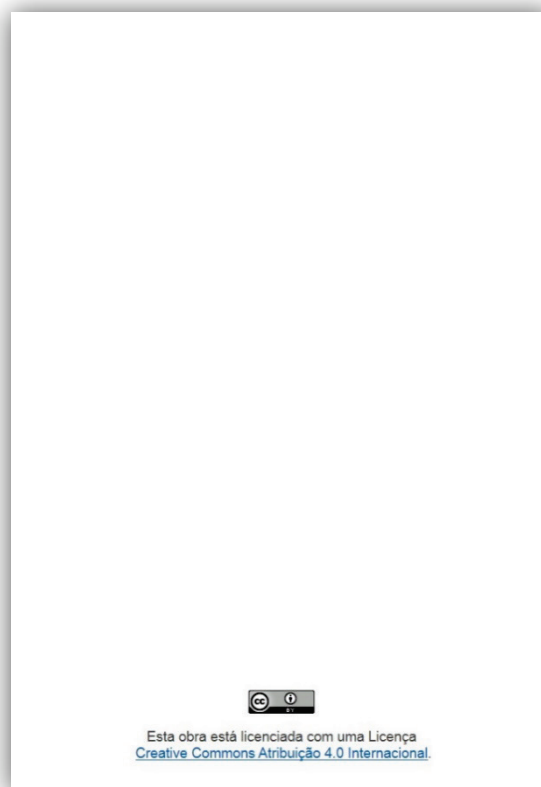
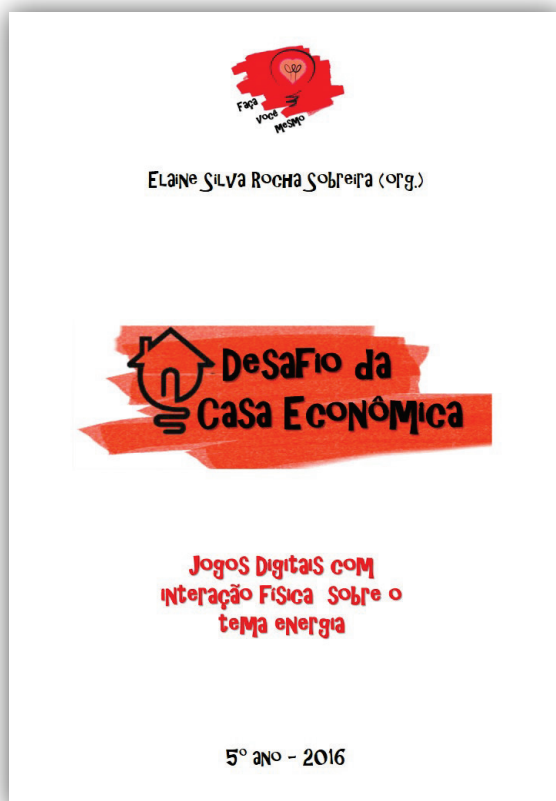
Elaine Silva Rocha Sobreira - Pesquisadora responsável

Local e data

Nome e Assinatura da professora voluntária

Local e data

Apêndice H – Livro produzido pelos alunos para divulgar a criação dos jogos



Agradecimentos da professora-pesquisadora:

Agradecimentos especiais a todos os alunos da turma do 5º ano, pelo empenho na realização deste trabalho. Vocês surpreenderam a todos, com envolvimento e dedicação.

Agradeço também à direção da escola por permitir o desenvolvimento deste trabalho, e, principalmente, à professora da turma e à PAPE pela parceria exemplar!

5

Índice:

Apresentação	11
Narrativa e personagens.....	13
Jogo 1: Sala	15
Jogo 2: Cozinha	23
Jogo 3: Salão de Festas	33
Jogo 4: Quarto	43
Jogo 5: Garagem	51
Jogo 6: Jardim	59
Sala Mats	67

6

Apresentação:

Este trabalho foi desenvolvido com 22 alunos da turma do 5º ano, por meio de uma proposta de criação de jogos para aprendizagem dos conteúdos de Ciências.

O conteúdo desenvolvido envolveu o tema energia, abordando economia e uso sustentável.

7

Narrativa e personagens

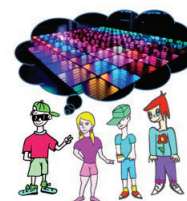
Para criar o jogo, primeiramente escrevemos a narrativa.

Entramos em um consenso de que o jogo aconteceria em uma casa e que cada grupo ficaria com um cômodo, pensando em desafios que trabalhassem com diversas fontes de energia.

Para criar os personagens, desenhamos em um papel sulfite, digitalizamos os personagens e colorimos, utilizando o programa Paint.net



Desenhamos diversos personagens e elegemos, por votação, quais seriam os personagens que formariam a família que moraria na casa e os adolescentes convidados para a festa, incluído por um dos grupos, na sua narrativa.



8

***A seguir, será
descrito como
foram criados
cada um dos
jogos.***

9

Jogo 1: Sala

***Autores:
Grupo 1***

10

1 – Invente uma narrativa

Para criar um jogo como o nosso, você pode fazer uma parte com movimento físico em que o jogador precisa ligar um ventilador ou um secador de cabelo para conseguir movimentar a hélice da energia eólica e acender o LED para progredir no jogo.

A história do nosso jogo é na sala, onde tudo acontece. Nós colocamos o personagem perguntando o nome do jogador. Depois ele começa a falar sobre energia eólica e então começam as perguntas. Ao longo do jogo, nós programamos o que cada personagem falaria e em que tempo, colocamos também um aerogerador no jogo virtual e um de verdade no jogo físico. Programamos para girar e encher a barra de energia para continuar, colocamos algumas perguntas ao longo do jogo para ficar mais interessante e desafiador para verificar se o jogador prestou atenção!

Dica:

Você pode melhorar o jogo colocando mais tempo de narração do personagem, mais chances de acertar a pergunta, dando instruções do jogo, programando o personagem para falar ao jogador para prestar atenção ao explicar o texto sobre a energia para conseguir responder as perguntas!

11

2 – Monte seu cômodo

Começamos o trabalho com uma simples caixa de papelão que agora é uma caixa de energia, nós montamos com várias coisas como, por exemplo, tampinhas de garrafa, papéis, fios, papelão etc. Veja como ficou nosso cômodo:



12

3 – Faça as conexões

Começamos a fazer as conexões quando terminamos de enfeitar a casa (caixa). Foi muito difícil com a confusão entre os fios positivo e negativo, mas a professora nos ajudou e nosso grupo foi um sucesso! Nós começamos programando os fios no Arduino Uno na caixa, colocamos fios no aerogerador que você pode fazer com reciclagem e uma hélice de brinde de doces.

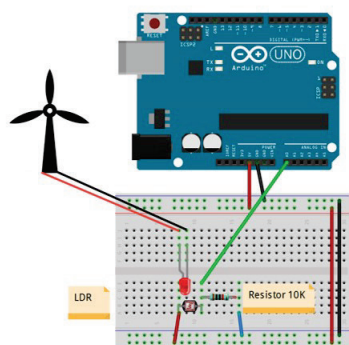


13

3 – Faça as conexões

Verifique como programamos no Arduino o LDR para detectar que o LED foi aceso pelo aerogerador.

O aerogerador deve ser ligado direto no LED para gerar energia de verdade, sem passar pela placa Arduino.



14

4 – Programe seu jogo

Nós também aprendemos a programar com dificuldade, a gente pegava as “Fichas do Scratch” e olhava como programava.

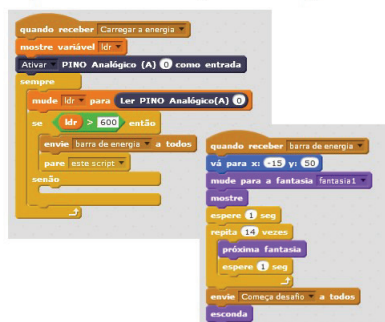
Para programar o jogo, você pode inventar uma história. Na programação, na opção “aparência”, é possível programar os personagens para falarem o que você quiser, como, por exemplo, perguntar o seu nome. Depois pode fazer movimentos nos personagens ou falar como funciona a energia para, depois, fazer perguntas para ficar mais interessante! E quando tiver uma dúvida pegue uma ficha do Scratch ou peça ajuda da professora! Quando nós não entendíamos, pedíamos ajuda da professora.

Existem várias formas de programação, nós usamos o Scratch com uma versão mais atual (2.0 com Firmata). No Scratch existem formas de programação como movimentos, aparência e etc...

15

4 – Programe seu jogo

Verifique que, na nossa programação, criamos uma barra que mudava de traje conforme a energia era carregada pelo aerogerador. Quando o aerogerador acendia o LED, o LDR detectava e enviava a mensagem para a barra de energia, para ela carregar. Nesse momento, ela mudava para a próxima fantasia, até carregar tudo:



16

5 – Teste e avalie

O teste do jogo deixou todos nós muito tensos, mas depois que eles gostaram do jogo, ficamos aliviados pela avaliação que fizeram. Nós só precisamos melhorar em algumas coisas, como: colocar pontuação, premiação e mais movimentos, para ficar mais divertido e engraçado, assim, todos gostariam mais de jogar.

Para avaliar o jogo, os alunos responderam o questionário disponível no link:

<https://goo.gl/forms/lxUoH1rrSYn4LBN73>

17

Jogo 2: Cozinha

Autores:
Grupo 2

18

1 - Invente uma narrativa

Olá, somos o grupo 2 e ficamos com o cômodo da cozinha.

Quando começamos o trabalho do Scratch, recebemos um papel com umas perguntas para planejar como seria o jogo, e qual seria o nome do jogo e dos personagens.

Então, para você criar um jogo, deve escolher um local e também personagens para o seu jogo. Escolha o nome dos personagens e, o mais importante, o nome do seu jogo.

Em seguida, crie uma história sobre o que vai acontecer no seu jogo.

19

2 – Monte seu cômodo

Em nosso jogo fizemos o cômodo da cozinha e estudamos muito sobre o fogão ecológico e o capim-elefante. O capim-elefante é o melhor combustível para o fogão ecológico porque não polui tanto o ar como o carvão e a lenha. Montar a maquete foi legal, pois usamos materiais fáceis.

Para montar o cômodo utilizamos: Papel contact, caixas, régua e etc...

Utilize embalagens e reaproveite materiais para criar o seu cômodo.

20

2 – Monte seu cômodo

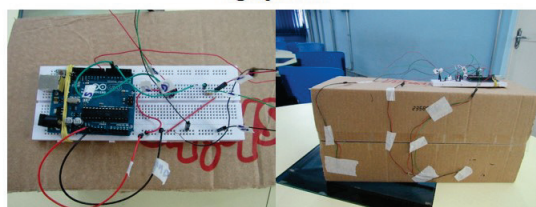
Veja como ficou a nossa cozinha:



3 – Faça as conexões

Nós utilizamos a placa Arduino para programar e a Protoboard para fazer a conexão dos fios elétricos para o jogo funcionar.

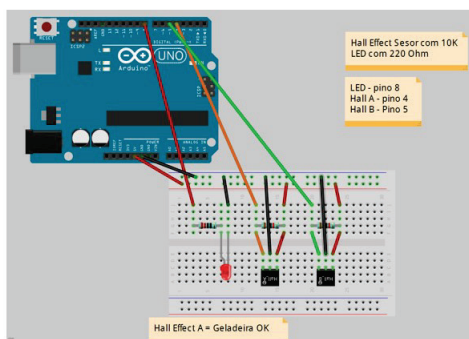
Também usamos essa placa para configurar o LED na maquete e o sensor de imã. Veja como são as ligações:



22

3 – Faça as conexões

Para fazer as ligações, siga o modelo abaixo, ligando o LED e o sensor que identifica a presença do imã.

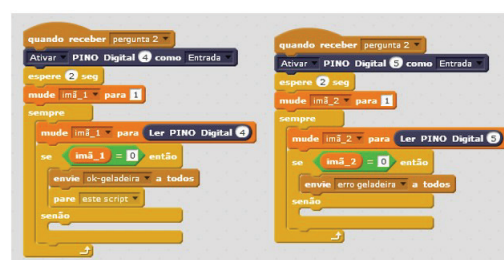


23

4 – Programe seu jogo

Para programar usamos o Scratch.

Na programação da geladeira usamos: mais blocos, quando clicar na bandeira, variáveis e etc. Verifique a programação do desafio da geladeira, em que o jogador deveria colocar a geladeira na posição correta da cozinha. O sensor de imã identifica se o jogador colocou no local correto ou errado:



24

4 – Programe seu jogo

Para fazer a programação do fogão, usamos imagens de lenha, capim-elefante e carvão, criando um desafio para clicar na imagem correta. Verifique como programamos os comandos para a imagem correta (direita) e a imagem errada (esquerda).



25

5 – Teste e avalie

Para testar o jogo, você precisa conectar o Arduino no Scratch, apertar na bandeira verde para iniciar o jogo, e seguir as instruções.

Para avaliar o jogo, os alunos dos outros grupos responderam o questionário disponível no link:

<https://goo.gl/forms/lxUoH1rrSYn4LBN73>

26

Jogo 3: Salão de Jogos

**Autores:
Grupo 3**

27

1 - Invente uma narrativa

Para montar o nosso jogo, primeiro criamos uma festa no salão de festas da casa, onde ele tem um piso sustentável que gera energia a partir do movimento das pessoas (energia cinética) para sustentar a iluminação da festa.

Para isso, é preciso criar um cenário com um salão de festa e tem que colocar a programação das falas dos personagens, a pontuação e as informações necessárias para resolver as perguntas e os desafios. É necessário colocar as explicações nas falas dos personagens e também colocar um bom nome para o seu jogo. Para dar informações aos jogadores, pode colocar de onde veio o piso, onde já é utilizado e o que é capaz de fazer.

28

2 – Monte seu cômodo

Nós montamos o cômodo utilizando uma caixa de papelão. Encapamos a caixa com uma folha sulfite verde, por dentro fizemos uma porta e algumas coisas como uma mesa, ar condicionado, uma televisão, um vaso de flores rosas, rádio e colocamos um lustre que, quando você começa a jogar, acende e gira. O lustre foi feito com copo de isopor, LEDs coloridos e um servomotor para girar.



29

2 – Monte seu cômodo

Utilizamos o Makey Makey para a montagem do tapete sustentável e colocamos os fios para conectar o tapete no computador. O tapete foi montado com papelão, papéis coloridos e papel contact. Também utilizamos papel-alumínio para dar o contato da placa Makey Makey.

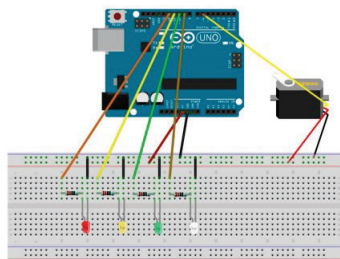
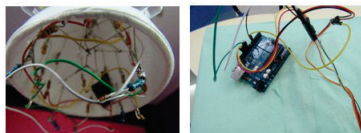


30

3 – Faça as conexões

Nós fizemos as conexões ligando alguns fios no Arduino e no Scratch e também na casa que fizemos de papelão. A luminária do salão rodava com o servomotor e os LEDs coloridos foram ligados com ligação paralela de cada cor.

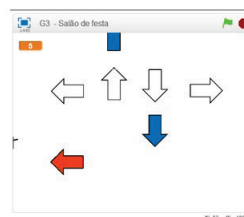
Veja como realizamos as ligações dos LEDs e do servomotor:



31

3 – Faça as conexões

Nosso grupo todo fez um tapete que tinha algumas setas, onde você tinha que segurar um fio e pisar nelas para vencer o jogo conforme a música (parecido com os jogos "Dance dance revolution"). Conectamos o tapete com o Makey Makey que simula as teclas do teclado, assim, pudemos criar interações com objetos substituindo o comando das teclas.



32

4 – Programe seu jogo

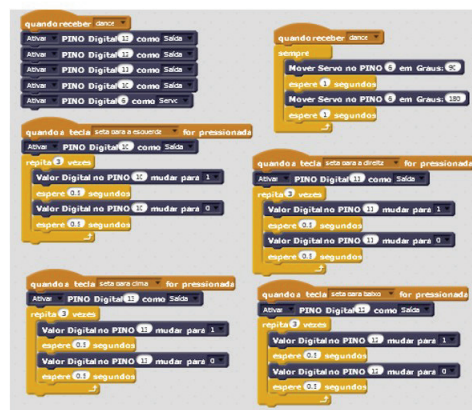
Nós programamos utilizando o Scratch e Arduino. Dividimos as tarefas no grupo. Uma dupla programou enquanto a outra fez as perguntas.

É fácil aprender a mexer no Scratch, é só colocar um comando. Primeiramente coloque os personagens para explicar onde foi fabricado o piso sustentável, onde já é usado e do que é capaz. Coloque um cenário de um salão de festa e garanta que os personagens expliquem tudo para que as pessoas resolvam os desafios.

33

4 – Programe seu jogo

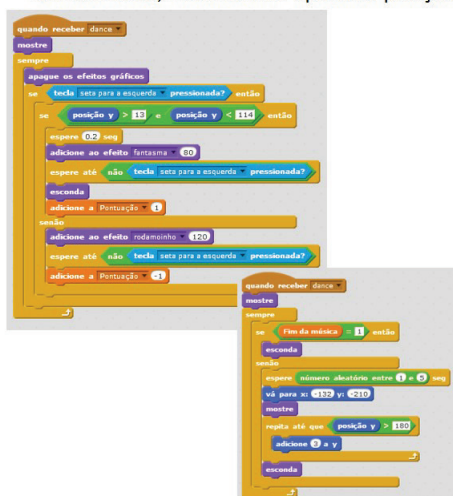
Essa é a programação do servomotor e dos LEDs que acendem no momento em que o jogador está dançando no Piso Sustentável.



34

4 – Programe seu jogo

Para programar o tapete, com o piso sustentável, é muito fácil. Basta programar com as setas do teclado. Verifique a programação da seta esquerda. Basta seguir a mesma lógica para as demais setas, modificando apenas a posição:



35

5 – Teste e avalie

Para testar, ligue o Arduino no computador e conecte no Scratch. Ligue também todas as conexões das setas do Makey Makey e ligue no computador.

Quando os outros alunos jogaram, eles disseram que o jogo em si está bom, porém poderia acrescentar competições entre os jogadores para ficar mais interessante, mas o jogo está ótimo, tem pontuação e as informações necessárias para jogar.

Para avaliar o jogo, os alunos responderam o questionário disponível no link:

<https://goo.gl/forms/mUoH1rSYn4LBN73>

36

Jogo 4: Quarto

**Autores:
Grupo 4**

37

1 - Invente uma narrativa

Para fazer um jogo de energia, você precisa narrar uma história que, ao mesmo tempo, tem que ser divertida e que interaja com a pessoa que está jogando.

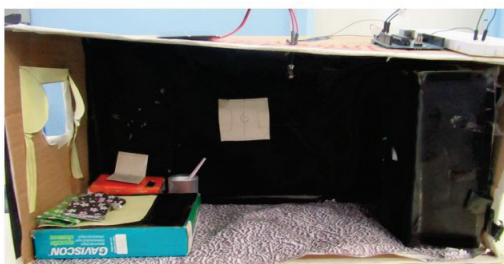
Você pode criar uma história que aconteça no quarto, onde está tudo escuro e precisa gerar energia por meio da placa fotovoltaica para acender a luz do quarto.

38

2 – Monte seu cômodo

Crie com caixas de papelão o cômodo onde acontecerá a história. Para criar nosso cômodo, recortamos a caixa e fizemos a porta, as janelas, e colocamos uma mesa (feita com caixinhas vazias de remédios), uma cama, um abajur e, por fim, com cartolinas e folha sulfite forramos a caixa por dentro.

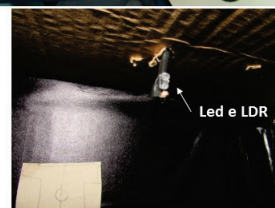
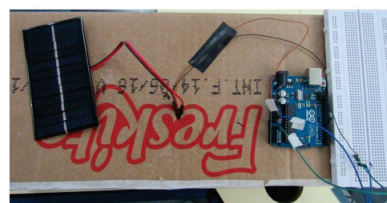
Além de tudo isso, fizemos um armário e o encapamos de preto. Veja como ficou:



39

3 – Faça as conexões

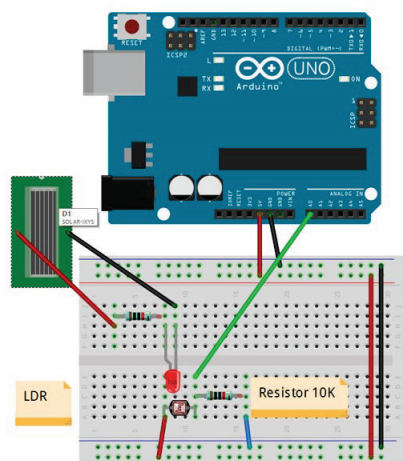
Para começar, é preciso uma placa solar fotovoltaica, fios coloridos para a conexão, um LDR, um resistor, uma placa ARDUINO UNO, uma placa PROTOBOARD, um LED (light emitting diode – luz emitida por diodo). Nós usamos um cabo ligado no computador até a placa ARDUINO UNO, que também estava ligada à placa Protoboard.



40

3 – Faça as conexões

Verifique como fizemos o Led acender pela placa de energia solar e como foi feita a leitura pelo LDR:

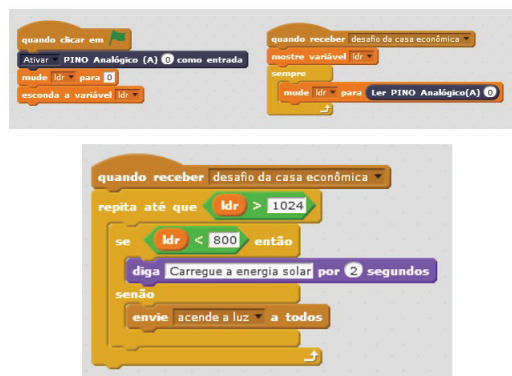


41

4 – Programe seu jogo

Para programar o jogo, foi preciso entrar em um programa chamado SCRATCH 2.0. lá, nós programamos os movimentos, a aparência, os personagens, os sensores, e os outros itens.

Verifique como programamos para acender a luz do quarto pela placa fotovoltaica:



42

5 – Teste e avalie

Para testar, conecte a placa Arduino no computador e no Scratch.

No momento do desafio, acenda o LED pela placa fotovoltaica utilizando uma lanterna ou outra fonte luminosa.

O grupo que avaliou nosso jogo gostou muito, consideraram o tempo do jogo bom e gostaram das dicas.

Para avaliar o jogo, os alunos responderam o questionário disponível no link:

<https://goo.gl/forms/lxUoH1rrSYn4LBN73>

43

Jogo 5: Garagem

Autores:
Grupo 5

44

1 - Invente uma narrativa

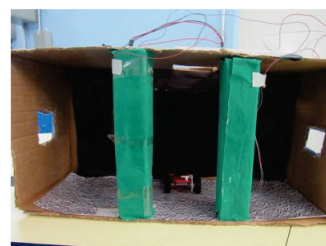
Para criar o seu jogo de corrida, você precisará de uma lanterna amarela, uma caixa de papelão, caixas de pastas de dentes vazias, papel reciclável colorido e um carrinho que tenha placa fotovoltaica para gerar a energia solar para ele andar. Também precisa de fios específicos que se chamam jumpers (8 fios jumpers), um LDR e uma placa branca que se chama Protoboard.

No seu jogo, você pode criar uma história que aconteça na garagem. No nosso jogo, criamos uma história para explicar os benefícios e as desvantagens de utilizar carros elétricos. Criamos uma corrida de carros com desafios sobre o tema. Para iniciar a corrida, o jogador necessita tirar o carro da garagem, acionando a energia solar com uma lanterna com luz amarela. Quando o carro sair, o laser que está na porta da garagem será cortado e o LDR fará a leitura, acionando a corrida.

45

2 - Monte seu cômodo

Nós usamos caixa de papelão para fazer o cômodo, que é a garagem. Pegamos papel reciclável para colorir. O chão era parecido com pedras e pegamos caixas de pasta de dente para fazer a coluna verde, que é para prender o laser e o LDR. Deixamos uma abertura no teto para colocar a lanterna para ativar a placa solar do carro.



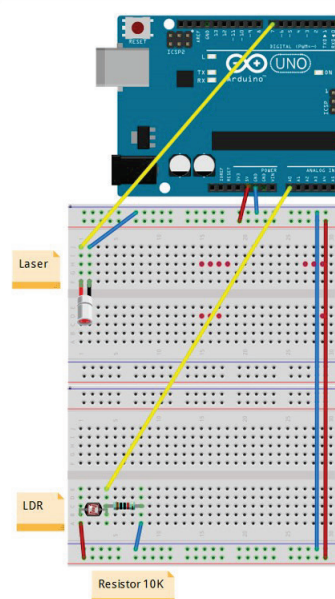
45

3 - Faça as conexões

Nós pegamos um LDR e um laser. Colocamos laser e LDR na mesma linha para o LDR fazer a leitura do laser. Quando o carrinho passar pelo laser, o LDR vai detectar a ausência de luz e vai acionar o jogo. Depois pegamos o cabo de Arduino e conectamos com o computador. Veja como foram feitas as nossas ligações:

47

3 - Faça as conexões



48

4 – Programe seu jogo

Usamos quase tudo para fazer a programação bem feita e bonita. De início, a programação ficou meio bagunçada, mas no fim deu tudo certo.

Utilizamos o programa Scratch 2.0 off-line configurado com o programa Firmata, que permite programar o Arduino.

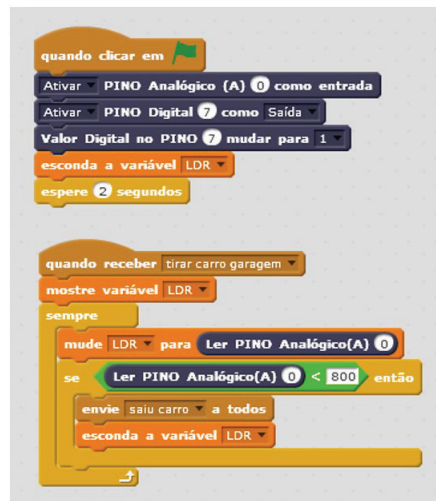
Para programar a corrida, você pode remixer, programando o site do Scratch, e você pode pegar outros modelos de jogo de corrida.

A seguir, preste muita atenção.

Para programar o laser e o LDR, siga a nossa programação na página seguinte.

49

4 – Programe seu jogo



Nós programamos isso com a ajuda das “Placas Scratch” que explica como programar o Led e o LDR.

50

5 – Teste e avalie

Usamos uma lanterna que parecia energia solar para movimentar o carro. Jogamos também no computador o desafio da casa econômica garagem.

Para avaliar o nosso jogo, outros colegas utilizaram algumas questões do formulário para mencionar o que estava bom e o que poderia ser melhor no jogo.

Três pessoas avaliaram o nosso jogo e falaram que precisamos melhorar algumas coisas, como explicar mais sobre os carros movidos a energia elétrica.

Para avaliar o jogo, os alunos responderam o questionário disponível no link:

<https://goo.gl/forms/lxUoH1rrSYn4LBN73>

Jogo 6 Jardim

**Autores:
Grupo 6**

52

1 - Invente uma narrativa

No nosso jogo criamos uma história que acontece no jardim, essa história é de uma família com um pai e uma mãe que não sabiam muito sobre a energia solar mas souberam com a ajuda do jogo.

Criamos um labirinto para o jogador percorrer e responder as perguntas do labirinto com desafios sobre energia e se divertir.



53

2 – Monte seu cômodo

Nós fizemos uma maquete de palitos de sorvete e modificamos como uma casa de verdade e colocamos interruptores e usamos uma placa chamada fotovoltaica e programamos para quando ver a luz do sol acender o LED.



54

3 – Faça as conexões

Para acender o LED com a placa fotovoltaica, ligue os polos negativo e positivo do LED nos fios da placa fotovoltaica e passe a fiação pela casa.

Você também pode ligar o LED direto nas baterias de 3v (baterias comuns de relógios).

Colocamos os fios positivos e negativos na placa de energia fotovoltaica, para quando receber luz solar ou iluminação, acender os LEDs.



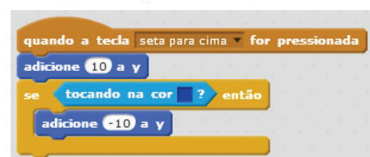
55

4 – Programe seu jogo

Cada aluno desenhou um personagem e escolhemos o pai e a mãe para o nosso jogo e começamos a programar os movimentos e as falas deles.

Nós programamos os personagens para começar a falar com o jogador e andar no labirinto e, quando o jogador andasse no labirinto, apareceriam alguns objetos e quando a pessoa encostasse no objeto esse personagem faria uma pergunta sobre a energia solar.

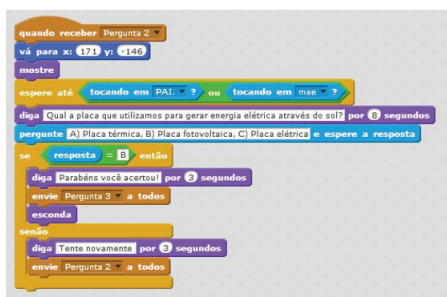
Para o personagem percorrer o labirinto, use o sensor de cor para ele não ultrapassar as paredes do labirinto. Programe da mesma forma para as quatro direções das setas.



56

4 – Programe seu jogo

Para colocar as perguntas, vá no comando aparência e clique em “diga” a palavra que você preferir por 2 (ou mais) segundos. Use os comandos “pergunte e resposta” nos sensores para programar as perguntas, conforme a programação abaixo:



57

5 – Teste e avalie

Para avaliar o nosso jogo, outros colegas utilizaram algumas questões do formulário para mencionar o que estava bom e o que poderia melhorar no jogo.

O grupo que avaliou foi justo com o nosso jogo porque nós esquecemos de colocar pontuação quando eles acertassem a pergunta para ganhar 5 pontos e, se errasse, poderia perder 5 pontos.

Nossa dica:

Coloquem pontuação para o jogo ficar mais interessante!

Para avaliar o jogo, os alunos responderam o questionário disponível no link:

<https://goo.gl/forms/kUoH1rrSYn4LBN73>

58

Saiba mais:

Para configurar o Scratch 2.0 off-line para programar o Arduino, siga o tutorial disponível em:



<http://www.hackeduca.com.br/arduino-firmata-scratch/>

Para saber mais sobre a placa Makey Makey, visite:



<http://makeymakey.com/>

Para saber mais sobre o Arduino, acesse:



<https://www.arduino.cc/>

Faça download de todos os jogos deste livro em:



<https://goo.gl/NYhHEp>

59



O jogo “Desafio da Casa Econômica” foi elaborado por alunos do 5º ano do Ensino Fundamental I, com o objetivo de aprender o conteúdo de Ciências sobre Energia e divulgar práticas sustentáveis para o uso de energia limpa.

Com a criação de um jogo digital com interações físicas, propiciadas pela integração de placas de prototipagem, os alunos colocaram a mão na massa e descobriram que é possível aprender muito sobre ciências de forma criativa.

Este livro, foi criado pelos alunos para divulgar os jogos e incentivar outras pessoas a criarem outros jogos interativos.

Aproveitem as dicas para criação de jogos!